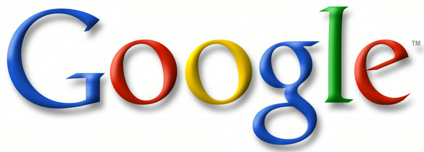
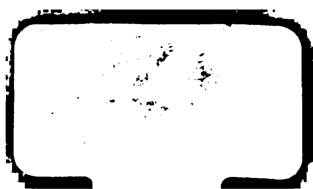








HANDBUCH

FÜR

HOCHBAUTECHNIKER.

HANDBUCH

FÜR

HOCHBAUTECHNIKER

ZUR

BENUTZUNG BEIM ENTWERFEN UND VERANSCHLAGEN VON HOCHBAUTEN ALLER ART.

ZWEITE, SEHR VERMEHRTE UND VERBESSERTE AUFLAGE.

VON

J. SCHMÖLCKE,
ARCHITEKT UND LEHRER AN DER HERZOGLICHEN BAUGEWERKSCHULE ZU HOLZMINDEN.

MIT VIELEN IN DEN TEXT GEDRUCKTEN HOLZSCHNITTEN UND 3 TAFELN.

HOLZMINDEN.
C. C. MÜLLERSCHE BUCHHANDLUNG.
1883.

VORWORT

zur ersten Auflage.

Ein grofser Teil des Denkens und Strebens unserer Zeit hat das Ziel, den Menschen die Arbeit zu erleichtern, und zwar sowohl die Arbeit des Geistes, als auch die des Körpers.

Es ist dieses Streben auch ein wohlberechtigtes, denn es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, dafs die Menschen der jetzigen Generation durchschnittlich gröfseren Ansprüchen auf Arbeitskraft und Wissen (welches ja auch nur durch Arbeit gewonnen wird) genügen müssen, als die Menschen früherer Generationen.

Dieses war hauptsächlich der leitende Gedankc, welcher mich die Ausarbeitung des vorliegenden Werkes beginnen liefs.

Das Buch hat den Zweck, eine möglichst rationelle Bestimmung der einzelnen Bauteile in Bezug auf ihre Dimensionen zu erleichtern, und es sind deshalb, überall wo es anging, Tabellen mit Angabe dieser Dimensionen für die am häufigsten vorkommenden Bauten aufgestellt.

Das Buch hat ferner den Zweck, sowohl einer nutzlosen Materialverschwendung, als auch einer unsoliden Bauausführung entgegenzuwirken.

Jeder Bauverständige, der mit kritischem Blicke die Ausführung der in seiner Nähe entstehenden Neubauten beobachtet, wird zu der Erkenntnis gelangen, dafs die Dimensionen resp. die Anordnung der einzelnen Bauteile wohl selten das Resultat einer genaueren Untersuchung der von ihnen zu erwartenden Widerstandsfähigkeit gegen die auf sie einwirkenden Kräfte, sondern gewöhnlich ganz willkürlicher Annahme entsprungen ist.

Am meisten gilt dies von den bei jedem Bau vorkommenden Konstruktionsteilen, als Mauern, Balkenlagen, Sparren und Pfetten u. s. w., während seltener vorkommende Teile, wie z. B. eiserne Träger und sonstige Eisenkonstruktionen, gewöhnlich durch genauere Rechnung ermittelt werden.

Da nun die oben genannten, fast bei jedem Bau vorkommenden Konstruktionsteile, wenn sie stärker, als nötig gemacht werden, den Bau unnötiger Weise verteuern, wenn sie schwächer gemacht werden, die Stabilität desselben in Frage stellen, ist die Zweckmäfsigkeit zuverlässiger Tabellen über dieselben einleuchtend.

Um den Zweck des Buches, ein nutzbares Hand- und Hilfsbuch beim Entwerfen und Veranschlagen von Hochbauten zu sein, zu erfüllen, behandelt dasselbe nicht allein die Konstruktion des Hochbaues, sondern enthält auch Angaben über die Einrichtung verschiedener Baulichkeiten, ferner über Raumbedürfnis, Beleuchtung, Heizung, Ventilation u. s. w., aufserdem über Materialbedarf, Arbeitspreise der verschiedenen Bauarbeiten auf einen Normaltagelohn berechnet u. s. w.

Da das Werk hauptsächlich zum praktischen Gebrauche und nicht zum Lehrbuch bestimmt ist, so sind alle wissenschaftlichen Untersuchungen und Beweise vermieden und nur die Resultate derselben benutzt.

Möge dasselbe den Fachgenossen willkommen sein.

DER VERFASSER.

VORWORT

zur zweiten Auflage.

Bei der Bearbeitung der zweiten Auflage dieses Werkes haben wir die in dem Vorworte zur ersten Auflage ausgesprochene Absicht, ein nutzbares Hand- und Hilfsbuch für den Arbeitstisch des entwerfenden Technikers zu schaffen, fest im Auge behalten.

Das Buch ist deshalb nicht nur um eine bedeutende Anzahl brauchbarer Tabellen vermehrt worden, von welchen, wie auch von den in der ersten Auflage bereits vorhandenen, der gröfste Teil bisher in keinem anderen Werke zu finden ist, sondern es sind auch sämtliche Sparren- und Pfettentabellen, genaueren Belastungs-Ermittelungen entsprechend, neu berechnet worden.

Weiter hinzugekommen sind aufser vielen Textvermehrungen mit erläuternden Figuren das Kapitel über die Bestimmung der Widerlagsstärken auf graphischem Wege, ferner eine Anleitung zur Aufstellung von Kostenanschlägen, verbunden mit dem Muster eines vollständigen Kostenanschlages nebst Massenberechnung, auch einige Muster zu Bauverträgen.

Die Tabellen sind übersichtlich geordnet und so vollständig, dafs für die meisten vorkommenden Bauten für jeden Bauteil, seien es Mauern, Bögen, Gewölbe, Balken, Unterzüge, Sparren, Pfetten, eiserne Träger und Schienen, Säulen, Wellblechdecken, die den Anforderungen entsprechenden Dimensionen ohne Rechnung leicht gefunden werden können.

Wir glauben daher auch für diese zweite Auflage auf eine günstige Aufnahme hoffen zu dürfen.

DER VERFASSER.

INHALTSVERZEICHNIS.

Seite

Fundierungen 1
I. Fundierungen auf festem Boden.
a. Gewöhnliche Fundamente 2
b. Erdbögen 3
c. Senkbrunnen 4
d. Pfahlroste 7
II. Fundierungen auf weichem Boden.
a. Liegender Rost 12
b. Sandschüttung 14
c. Betonfundierung 15

Fangdämme 16

Mauern.
a. Freistehende Mauern 19
b. Futtermauern 20
Tabelle Nr. 1. Futtermauern 22
Tabelle Nr. 2. Gewicht und Reibungswinkel verschiedener Erdarten 24
c. Umfassungsmauern 25
d. Mittelmauern 28
e. Scheidemauern 28
f. Treppenhausmauern 30
g. Fachwände 30
h. Turmmauern 33
i. Schornsteine in Wohngebäuden 33
k. Mauern aus Bruchsteinen 35
l. Mauern aus Lehmsteinen 35
m. Pisémauern 36

Mörtel 38

Isolierung 40

Gewölbe und deren Widerlager 44
Tabelle Nr. 3. Bogenstärken für Quaderbögen mit grofser Belastung 46
Tabelle Nr. 4. Bogenstärken für Quaderbögen mit gewöhnlicher Belastung 47
Tabelle Nr. 5. Bogenstärken für Ziegelbögen 48
Tabelle Nr. 6. Gurtbogenstärken 49
Die Kappengewölbe 50
Böhmische Kappen 52
Tonnengewölbe 52
Kreuzgewölbe 54

Seite
Tabelle Nr. 7. Grat- und Kappenstärken unbelasteter halbkreisförmiger Kreuzgewölbe 55
Sterngewölbe 57
Klostergewölbe 58
Kuppelgewölbe 58
Tabelle Nr. 8. Stärke der Kuppelgewölbe 58
Die Ermittelung der Widerlagsstärken auf graphischem Wege .. 60

Balkenlagen.
Die Form der Balken 66
Die Dimensionen der Balken 71
Tabellen Nr. 9—12. Balkenstärken in Wohngebäuden 72
Tabellen Nr. 13—16. Balkenstärken in Schulgebäuden und Tanzsälen 75
Tabellen Nr. 17—20. Balkenstärken in Speichern und Werkstätten 77
Tabelle Nr. 21. Eigengewichte hölzerner Zwischendecken 79
Tabelle Nr. 22. Bewegliche Belastung verschiedener Zwischendecken 80
Die Anordnung der Balkenlagen 83
Hölzerne Unterzüge und Träger 85
Tabellen Nr. 23 und 24. Trägerstärken unter Schulzimmern, Tanzsälen, Kornböden u. s. w. 86
Tabellen Nr. 25 und 26. Trägerstärken unter Kaufmannsspeichern, Werkstätten u. s. w. 87
Säulen und Stützen 88
Tabelle Nr. 27. Säulendimensionen, Festigkeit gegen Zerknicken 89
Tabelle Nr. 28. Über die Grenzen der einfachen Druckfestigkeit 90
Tabelle Nr. 29. Festigkeit der Baumaterialien gegen Zug und Druck 90
Beispiele zur Berechnung der Tragfähigkeit gegebener Säulen und der Säulendimensionen bei gegebener Belastung 93
Tabellen Nr. 30 und 31. Tragfähigkeit und Gewicht gufseiserner Säulen von quadratischem Querschnitt 98
Tabelle Nr. 32. Tragfähigkeit und Gewicht gufseiserner runder Säulen 100
Tabelle Nr. 33. Desgleichen 100
Tabelle Nr. 34. Desgleichen 100
Tabelle Nr. 35. Absolutes Gewicht verschiedener Körper pro Kubikmeter 101
Tabelle Nr. 36. Absolutes Gewicht der mit Zwischenräumen geschütteten oder geschichteten Körper 102

Die Dächer 102
Die Dachneigung und die Belastung der Dächer 108
Tabelle Nr. 37. Gewicht verschiedener Dächer 110
Tabelle Nr. 38. Die Winkel der Dachneigungen 111
Tabelle Nr. 39. Eigengewichte von Metalldächern 112
Tabelle Nr. 40. Sparrenstärken für Doppel- und Kronziegeldächer 112
Tabelle Nr. 41. Sparrenstärken für einfache Ziegeldächer 113
Tabelle Nr. 42. » » gewöhnliche Schieferdächer 113
Tabelle Nr. 43. » » Asphaltdächer mit Lehmunterlage 114
Tabelle Nr. 44. » » Asphaltdächer mit Fliesenunterlage 114

Seite

Tabelle Nr. 45. Sparrenstärken für Dächer mit Sollinger Platten 115
Tabelle Nr. 46. » » Stroh- und Rohrdächer 115
Tabelle Nr. 47. » » Zink- und Eisenblechdächer 116
Tabelle Nr. 48. » » Zink-, Eisenblech- und Pappdächer 116
Tabelle Nr. 49. » » Holzcementdächer 117
Tabellen Nr. 50—54. Pfettenstärken für Kronziegeldächer...... 120
Tabellen Nr. 55—62. » » einfache Ziegeldächer . 123
Tabellen Nr. 63—70. » » Holzcementdächer 127
Tabellen Nr. 71—78. » » Schieferdächer........ 131
Tabellen Nr. 79—86. » » Zink-, Eisenblech- und Pappdächer 134
Tabelle Nr. 87. Querschnitte von gleichem Widerstandsmoment 140
Tabelle Nr. 88. Tragfähigkeit tannener und kiefernen Balken . 143
Arithmetische Tabelle. Nr. 89........................... 145

Hänge- und Sprengwerke 167

Beispiele der Berechnung der Streben-, Spannriegel- und Hängesäulenstärken einfacher und doppelter Hängewerke 169
Trigonometrische Tabelle. Nr. 90.......................... 183

Wölbung zwischen Eisenbahnschienen 184
Tabelle Nr. 91. Tragfähigkeit der Eisenbahnschienen.......... 185
Tabelle Nr. 92. Frei tragende Längen der Eisenbahnschienen, zwischen welche Kappengewölbe gespannt sind 186
Tabelle Nr. 93. Frei tragende Längen der Eisenbahnschienen mit Kappengewölben unter Heuböden 186

Walzeiserne I Träger 187
Tabelle Nr. 94. Widerstandsmomente und Auflagerdrucke verschiedenartig belasteter Balken........................... 191
Tabelle Nr. 95. Normalprofile für I Träger, Tragfähigkeit und gröfste Durchbiegung derselben 195
Tabelle Nr. 96. Widerstandsmoment, Gewicht u. s. w. von 2 aufeinander genieteten I Trägern 198
Tabelle Nr. 97. Widerstandsmoment, Gewichte und Preise der relativ billigsten I Profile deutscher Walzwerke 198
Wellbleche.. 199
Tabelle Nr. 98. Tragfähigkeit von Wellblechen der Dillinger Hütte 200
Tabelle Nr. 99. Tragfähigkeit verzinkter Wellbleche des Walzwerks Germania 201
Tabelle Nr. 100. Tragfähigkeit von Patent-Wellblech von Hein, Lehmann & Co. in Berlin 203

Walzeiserne und andere Träger verschiedener Profile.. 204
Tabelle Nr. 101. Trägheitsmomente und Widerstandsmomente der wichtigsten Querschnittsformen 204
Tabelle Nr. 102. Widerstandsmomente gufseiserner T Träger .. 209

Der Cementkonkretbau 210
Die Bestandteile des Cementkonkrets und die Herstellungsweise der verschiedenen Bauteile aus demselben.
a. Mauern 211
b. Gewölbe.. 215
c. Dächer... 216
d. Treppen.. 217
e. Decken.. 218

Se

Fabrikschornsteine 2

Tabelle Nr. 103. Dimensionen der Schornsteine 2

Die Raumverhältnisse und Einrichtungen verschiedener Gebäude.

a. Kirchen 2

b. Schulhäuser 2

c. Turnsäle 2

d. Krankenhäuser 2

e. Wohnhäuser 22

f. Scheunen 22

g. Pferdeställe 23

h. Rindviehställe 23

i. Schafställe 23

k. Schweineställe 24

l. Federviehställe 24

m. Kornböden 24

Beleuchtung, natürliche und künstliche 24

Tabelle Nr. 104. Lichte Rohrweite und Flammenzahl 24

Tabelle Nr. 105. Anzahl der Flammen für einen Raum 24

Heizung und Ventilation 24

Eiskeller 25

Aborte 26

Wasserleitung 26

Materialbedürfnis 26

Einheitspreise verschiedener Maurerarbeiten 26

Einheitspreise verschiedener Zimmerarbeiten 26

Norm zur Berechnung des Honorars für architektonische Arbeiten 27

Anleitung zum Veranschlagen von Neubauten 27

Muster eines Kostenanschlages 28

Die Vergabe der Bauarbeiten und Lieferungen 33

Fundierungen.

Vor allen Dingen ist eine gewissenhafte Untersuchung des Baugrundes nötig, welche allemal vor der Aufstellung des Kostenanschlages erfolgen sollte. Es genügt nicht, nur an einer Stelle des zu bebauenden Terrains diese Untersuchung vorzunehmen, da die Erdschichten oft eine sehr geneigte Lage haben und einzelne Erdschichten sich häufig nur unter einen Teil des Bauplatzes erstrecken.

Die Untersuchung geschieht am besten durch Aufgraben. Hat man eine gute tragfähige Erdschicht erreicht, so kann man die Dicke (Mächtigkeit) derselben allenfalls durch Bohren ermitteln. Ist die Dicke dieser Schicht keine bedeutende, so ist es bei schwereren Gebäuden nötig, auch die darauf folgende Schicht zu untersuchen.

Obgleich sich keine durchaus feste Regeln für die Ermittelung der Tragfähigkeit eines Baugrundes aufstellen lassen, wollen wir doch die verschiedenen Bodenarten, in Bezug auf ihre Zuverlässigkeit als Baugrund, der Reihe nach betrachten.

1) Felsgrund. Besteht der Grund aus Massengestein, welcher also keine einzelnen schichtartigen Ablagerungen zeigt, z. B. Granit, Porphyr u. s. w., so ist derselbe für jedes Gebäude tragfähig, und man hat nur die Flächen, auf welchen die Mauern stehen sollen, horizontal, wenn auch in verschiedenen Abstufungen, zu bearbeiten.

Ebenso sind die Schichtgesteine, als Sandstein, Schiefer u. s. w., als guter Baugrund zu betrachten, besonders wenn die Schichten annähernd horizontal liegen. Haben die Schichten aber eine stark geneigte Lage, so kommt, besonders in der Nähe von Bergabhängen, Steinbrüchen u. s. w., oft ein Gleiten derselben vor, was also bei der Anlage von Gebäuden in der Nähe solcher Orte wohl zu berücksichtigen ist. Natürlich müssen auch hier horizontale Flächen zur Aufnahme der Mauern hergestellt werden.

2) Gerölle, Schotter. Dieser Grund, gewöhnlich aus mehr oder minder abgerundeten gröfseren und kleineren Steinen, vermischt mit Kies, Sand und Thon bestehend, kommt hauptsächlich in den Niederungen gebirgiger Gegenden, meist in genügender Mächtigkeit vor, um als guter Baugrund betrachtet werden zu können.

3) Sand in festen Lagen, nicht von Wasseradern durchzoge oder stark mit Wasser getränkt, kann ebenfalls als guter Baugrun betrachtet werden. Häufig findet man unter einer festen Sandschicl eine lose wässerige, welche mitunter von der festen Sandschich durch eine dünne Lehmschicht getrennt ist. Dieser Grund ist nu dann gut, wenn die obere feste Sandschicht, worauf man baut, ein genügende Dicke (vielleicht 2—3 m für mehrstöckige Gebäude) hat Bedeutende Breite der Fundamente ist hier geboten.

4) Thon- oder Lehmboden, wenn in mächtigen sehr trockene und harten Lagerungen vorkommend, ist als guter Baugrund zu be trachten, wenn mit Sand vermischt und feucht, weniger gut. Jedenfall mufs man die Dicke der Thonschicht, und wenn dieselbe nicht be deutend, die Beschaffenheit der darunter liegenden Schicht untersuchen

5) Triebsand, von Wasser durchzogene Sandschichten, ist als Baugrund in seinem ursprünglichen Zustande nicht zu benutzen. Da die Triebsandschichten aber gewöhnlich nur geringen Durchmesser haben, so läfst sich durch Tieferlegen der Fundamente oft ohne künstliche Fundierung der Zweck erreichen.

6) Aufgeschütteter Grund ist selbst nach vieljährigem Lagern als Baugrund meist nicht zu gebrauchen, mufs daher gewöhnlich vollständig ausgehoben werden.

7) Sumpf- und Moorgrund ist ebenfalls vollständig unbrauchbar als Baugrund. Häufig hat derselbe als Untergrund festen Sandboden, und es ist bei nicht zu grofser Mächtigkeit des Moorbodens ein Abheben desselben bis zu diesem möglich.

I. Fundierungen auf festem Boden.

a. Gewöhnliche Fundamente.

Die Fundamente werden selbst auf gutem Baugrunde breiter angelegt, als die Mauern des Gebäudes, um die Last der Mauern und der von den Mauern getragenen Balkenlagen, Gewölbe, Dachkonstruktionen u. s. w. auf eine gröfsere Bodenfläche zu verteilen; daher müssen, je weniger gut der Baugrund ist, desto breiter die Fundamente angelegt werden.

Die Tiefe der Fundamentsohle richtet sich natürlich nach der Tiefe der Oberfläche einer tragfähigen Bodenschicht, mufs aber mindestens für Gebäude in vor dem Winde geschützter Lage 0,80 m betragen, und in weniger geschützten Lagen 1—1,20 m. Die Fundamente müssen nämlich tiefer liegen, als der Frost in den Erdboden eindringt, weil das Gefrieren des feuchten Erdbodens eine Erhebung desselben zur Folge hat, welches natürlich für ein darauf stehendes Bauwerk sehr nachteilig wirken würde.

Die Fundamente können bei gutem Baugrunde aus jedem festen natürlichen Gestein oder auch aus gut gebrannten Backsteinen hergestellt werden. Als Mörtel ist für breite und tiefe Fundamente ein hydraulischer Mörtel (sogenannter Wasserkalk- oder Cementmörtel, für nicht allzunasse Mauern genügt ein gewöhnlicher Kalkmörtel mit einem Zusatz von etwa $^1/_{10}$ des Volumens an Portland-Cement) dem gewöhnlichen Luftmörtel vorzuziehen, weil ersterer im Innern erst nach sehr langer Zeit (oft erst in Jahrhunderten) erhärtet. Besonders notwendig ist die Anwendung des hydraulischen Mörtels bei feuchtem Boden oder im Wasser.

In einigen Gegenden Norddeutschlands werden die Fundamente aus gesprengten Granitblöcken (Findlingen) ohne Mörtel hergestellt, indem die Fundamentgräben vollständig mit solchen Felsstücken ausgefüllt werden; die Zwischenräume werden mit kleinern Steinsplittern verzwickt und mit Erde ausgestampft. Da die Lagerflächen dieser Steine oftmals nichts weniger als horizontal sind, so wird das Fundament, nachdem es durch die Mauern belastet ist, einen Druck auf die Seitenflächen der Fundamentgräben ausüben, welche deshalb schon aus festem Boden bestehen müssen. Die Anwendung solcher Fundamente dürfte aus diesem Grunde nur für leichtere Gebäude zulässig sein.

b. **Erdbögen.**

Liegt die feste Bodenschicht in bedeutender Tiefe unter der Erdoberfläche, so ist, um Mauerwerk zu sparen, die Anwendung von Erdbögen zu empfehlen (Fig. 1). Nachdem die Fundamentgräben, oder bei Gebäuden, in welchen viele Scheidewände vorkommen (Wohnhäuser), die ganze Baugrube bis auf die feste Erdschicht ausgehoben ist, mauert man erst einige Schichten volles Fundamentmauerwerk, auf welche man Pfeiler so anlegt, dafs sie mitten unter die zwischen den Fenstern liegenden Pfeiler der Geschofsmauern zu stehen kommen. Die Eckpfeiler müssen besonders stark angelegt werden, die Pfeiler und Öffnungen der Mittelmauern am besten gleich denen der zu ihnen parallelen Aufsenmauern; die Pfeiler der Scheidemauern können verhältnismäfsig schwächer sein.

Ehe die Pfeiler aber aufgeführt werden, werden die dazwischen liegenden Fundamente nach einer Stichbogenschablone, deren Scheitel nach unten liegt, ausgerundet und die Bögen hineingemauert, indem man in der Mitte beim Schlufssteine anfängt und gleichmäfsig nach beiden Seiten fortmauert; danach werden die Pfeiler in Angriff genommen. Da die Weite der Pfeilereinteilung von der Fenstereinteilung der äufsern Mauern des Gebäudes abhängt, so wird man von vornherein keine grofse Bogenweiten erhalten, sodafs für gewöhnliche Fälle eine Bogenstärke von $1^1/_2$—2 Steinen genügend sein wird. Auch für die etwa nicht von Fenstern durchbrochenen Giebelmauern

und für die Scheidemauern wird man eine ähnliche Pfeilereinteilung verwenden können, wie für die äufseren Mauern.

Etwas unter der Kellersohle werden die Pfeiler wieder durch Bögen verbunden, über welchen dann das Kellermauerwerk anfängt.

Die ganze Baugrube wird dann bis zur Kellersohle mit Erde ausgefüllt, welche besonders nach aufsen festzustampfen ist, damit der äufsere weiche Boden nicht hineindringe. Die Ausfüllung wird am zweckmäfsigsten mit der Höherführung der Pfeiler gleichen Schritt halten müssen, wodurch das Gerüst zum Mauern erspart wird und zugleich der Boden durch die Arbeiter festgetreten wird.

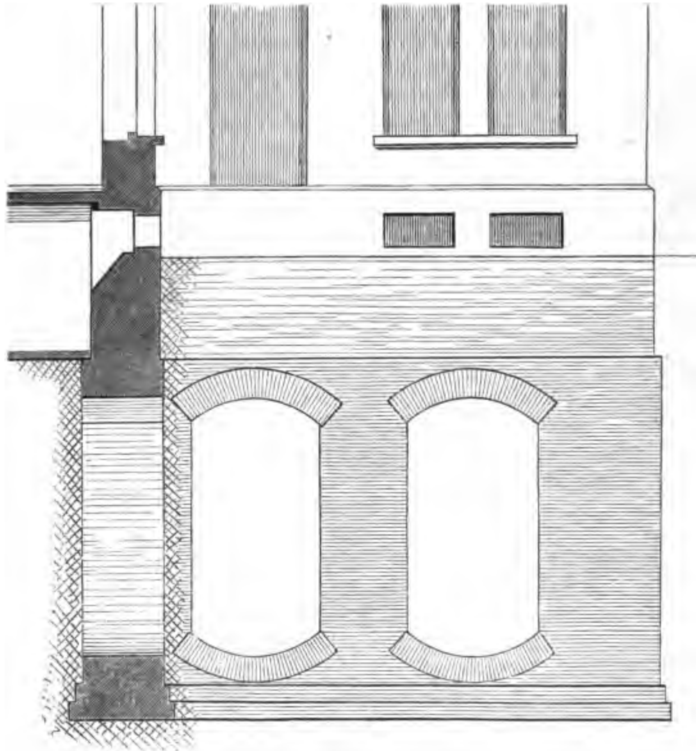


Fig. 1.

c. Senkbrunnen.

Ist der über dem guten Baugrunde stehende Boden sehr weich, sodafs ein Ausheben der Baugrube wegen des nachdringenden Bodens unmöglich ist, so kann man zur Anwendung von hölzernen oder steinernen Senkbrunnen schreiten.

Die hölzernen Senkbrunnen erhalten einen quadratischen oder rechteckigen Grundrifs und werden aus 0,05—0,07 m starken Bohlen gebildet, welche horizontal an dreieckige oder viereckige Stiele genagelt werden. Sie erhalten nach oben eine kleine Verjüngung, damit sie besser einsinken, und aus demselben Grunde werden die unteren Bohlen schräg angeschärft. Sie erhalten eine lichte Weite von nicht unter 1 m und werden bei den äufseren Mauern mitten unter die projektierten Fensterpfeiler eingesenkt, indem man die Erde mittels Graben, oder wenn der Wasserandrang zu stark ist, mittels Sackbohrer hinausschafft. Man fängt nicht gleich von der Erdoberfläche an zu senken, sondern gräbt für jeden Brunnen zunächst eine Grube,

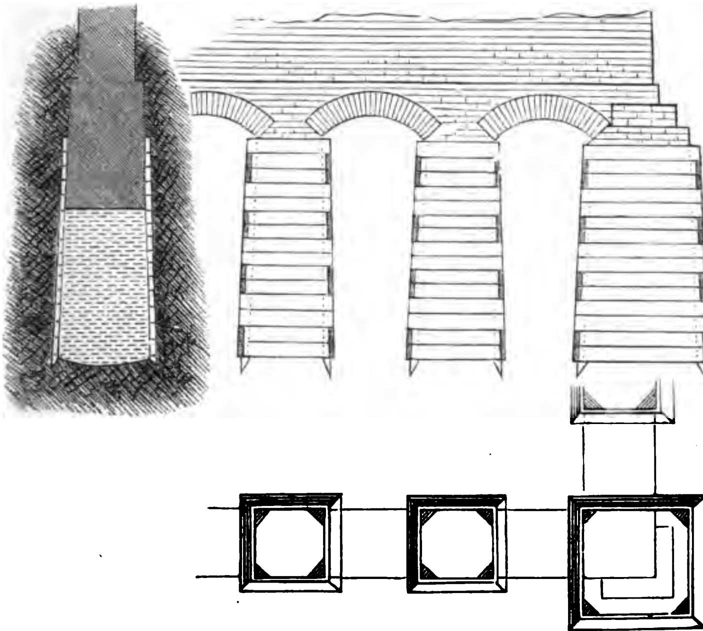


Fig. 2.

so tief, als es möglich ist, ohne das Nachstürzen des umgebenden Erdreiches befürchten zu müssen. Um das Sinken dieser Kästen zu befördern, werden sie durch mit Erde gefüllte Kästen oder Eisenbahnschienen belastet.

Nachdem die Senkbrunnen den festen Grund erreicht haben, in welchen sie noch mindestens 0,60 m hineingesenkt werden müssen, um das Unterspülen zu verhüten, füllt man sie bis zum Grundwasserspiegel mit Beton aus, der übrige Teil wird mit Mauerwerk aus-

gefüllt; dann werden von Brunnen zu Brunnen Bögen gespannt, worau das aufgehende Mauerwerk begonnen wird. Die Eckbrunnen müsse größser gemacht werden, als die übrigen, auch mit den anderen durc eiserne Anker verbunden werden.

In Fig. 2 ist eine derartige Fundierung im Schnitt und Grundrifs dargestellt.

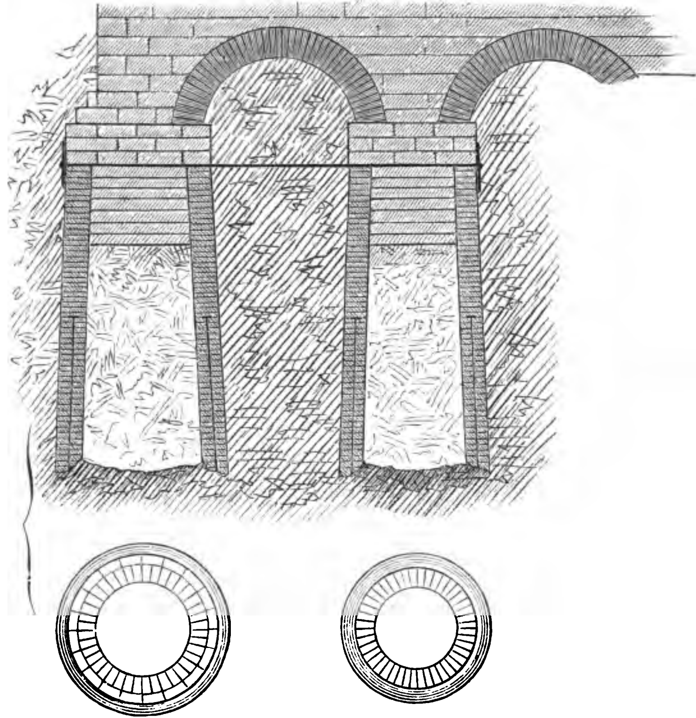


Fig. 3.

Die steinernen Senkbrunnen können einen kreisrunden, quadratischen, rechteckigen oder auch beliebig vieleckigen Grundrifs haben.

Man stellt zuerst aus doppelten oder dreifachen Bohlen einen Kranz (Schling) von der Grundform des Brunnens her und zwar so, dafs die obere Bohle die volle Breite des darauf herzustellenden Mauerwerks hat, die unteren aber nach unten schmäler werden. Durch diesen Kranz gehen Schraubenbolzen, um den Kranz mit dem darauf ruhenden Mauerwerke zu verbinden. Diese Schrauben können für gewöhnlich eine Länge von ca. 2 m und eine Dicke von etwa $1\frac{1}{2}$ cm

haben; sie erhalten unter der Mutter eine nicht zu starke Scheibe von Eisenblech, welche so grofs ist, dafs sie mehrere Steine fafst.

Dringt beim Einsenken das den Brunnen umgebende Erdreich stark nach, sodafs ein Abreifsen des Brunnenmantels zu befürchten ist, so lege man, statt der einzelnen Scheiben, einen ganzen eisernen Ring auf die in der Höhe der Schraubenbolzen befindliche Schicht, durch welchen aufser den nach unten gehenden Bolzen auch wieder solche, die nach oben gehen, gesteckt sind.

Der Brunnenmantel mufs mindestens 1 Stein stark angelegt werden; bei Brunnen von mehr als 1,5 m Durchmesser nehme man lieber $1^1/_2$ Stein, bei gröfserem Durchmesser noch gröfsere Mantelstärke.

Bis zur Höhe des Grundwasserspiegels wird der Brunnen dann mit Beton, der obere Teil mit Mauerwerk ausgefüllt.

Ehe man die Bögen über den Brunnen anlegt, müssen erst einige Schichten, am besten grofser lagerhafter Bruchsteine, über die Ausmauerung und den Mantel des Brunnens gemauert werden, damit Mantel und Ausmauerung miteinander verbunden, und gemeinschaftlich belastet werden.

Um das Senken zu erleichtern, kann man die Aufsenfläche des Mantels mit rasch erhärtendem Mörtel glatt abputzen.

Bei grofser Tiefe der tragfähigen Erdschicht wird man nur dem unteren Teile des Brunnens eine Verjüngung nach oben geben, da man demselben sonst nach unten eine zu grofse Weite geben müfste.

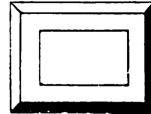

Fig. 4.

Fig. 3 zeigt Grundrifs und Schnitt runder, Fig. 4 den Grundrifs viereckiger Senkbrunnen.

Beide Brunnenarten, sowohl hölzerne als steinerne, werden bis zu Tiefen von 10—12 m ausgeführt.

Die steinernen lassen sich in vollständig gleicher Weise auch für Trinkwasserbrunnen ausführen.

Wenn ein fester Baugrund nicht allzutief liegt, und die über demselben befindliche Erde fest genug ist, um das Ausheben von Fundamentgräben zu gestatten, so braucht man keine Brunnen zu senken, sondern mauert die Pfeiler gleich von Grund auf und verbindet sie durch Bögen, gleichwie bei den Senkbrunnen. Ein durchgehendes Fundament oder die Anwendung von Erdbögen ist aber bei nicht durchaus festem und zuverlässigem Baugrunde der Pfeilergründung vorzuziehen.

d. Pfahlroste.

Liegt die tragfähige Erdschicht sehr tief, oder hat sie eine sehr geneigte Lage, oder ist wegen eines zu grofsen Wasserandranges eine andere Gründungsart zu schwierig auszuführen, oder ist die Tragfähigkeit des Baugrundes an verschiedenen Stellen desselben eine ungleichmäfsige, so ist die Herstellung einer festen, ebenen Grundfläche

zur Aufnahme des Mauerwerks durch einen Pfahlrost zu bewerl stelligen, dessen Pfähle bis in den festeren Boden hineinreichen.

Die Pfähle sind aus gerade gewachsenen, runden Stämmen herzı stellen und wird das Zopfende nach unten genommen und vierseiti zugespitzt, in der Weise, wie Fig. 5 zeigt. Die Pfähle können au Eichenholz, Erlenholz und sämtlichen Nadelholzarten hergestell werden. Eichenholz ist das beste, doch auch gutes harziges Kiefern holz ist zu empfehlen, ebenfalls wird Buchen holz recht häufig angewendet. Bei steinigen Boden erhalten die Pfähle einen schmiede eisernen Schuh (Fig. 5a) oder besser nocl einen kegelförmigen gufseisernen Schuh ii der Form eines Zuckerhutes.

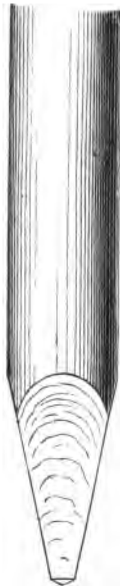


Fig. 5.

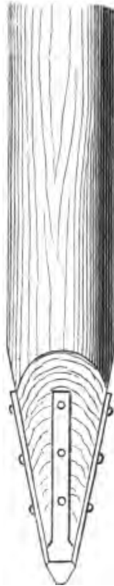


Fig. 5a.

Die Dicke der Pfähle wird am Zopf· ende nicht unter 0,20 m betragen dürfen.

Nach *Perronet* sollen 4,5—5,5 m lange Pfähle eine mittlere Stärke von 0,26 m haben und für jede 2 m Länge mehr 0,026 m mehr an mittlerer Dicke erhalten.

Die Pfähle werden in Reihen eingerammt, welche 1 bis höchstens 1,5 m von Mitte zu Mitte voneinander entfernt sind, je nach der Dicke und Schwere der darauf zu errichtenden Mauer. In den Reihen erhalten die Pfähle eine Entfernung von 0,80—1,25 m von Mitte zu Mitte. Für gewöhnliche Hochbauten werden selten mehr als zwei Pfahlreihen unter einer Mauer erforderlich sein, ausgenommen bei sehr weichem Boden und wenn der feste Boden in bedeutender Tiefe liegt.

Um die Ausgleichung der Bodendichtigkeit zwischen den Pfahlreihen und dem äufseren Boden zu verhindern, ist es zweckmäfsig, die ganze Baugrube mit einer eingerammten Spundwand zu umgeben (Fig. 6). Damit die *einzurammende* Spundbohle möglichst fest gegen die bereits *eingerammte* geprefst werde, schräge man die nicht an der eingerammten Bohle liegende Kante unten etwas ab, wie die Figur zeigt.

Besonders ist eine Spundwand notwendig bei Gebäuden, welche am Wasser oder nur in der Nähe eines Wassers liegen, weil ein Ausspülen des Bodens, oder bei niedrigem Wasserstande ein Nachdringen des Bodens nach dem Wasser zu befürchten ist.

Auf die Pfahlreihen werden Grundschwellen verzapft und zwar so, dafs die Mittellinie der Schwelle auf die Mittellinie der Pfahl-

reihe gelegt wird. Auf diese Grund- oder Rostschwellen werden entweder über jedem oder auch über jedem zweiten Pfahle Querschwellen, etwa 5—6 cm tief, verkämmt und mit Spitzbolzen befestigt. Zwischen diesen Querschwellen wird ein Bohlenbelag von 8—10 cm starken Bohlen angebracht. Die Stärke der Grundschwellen

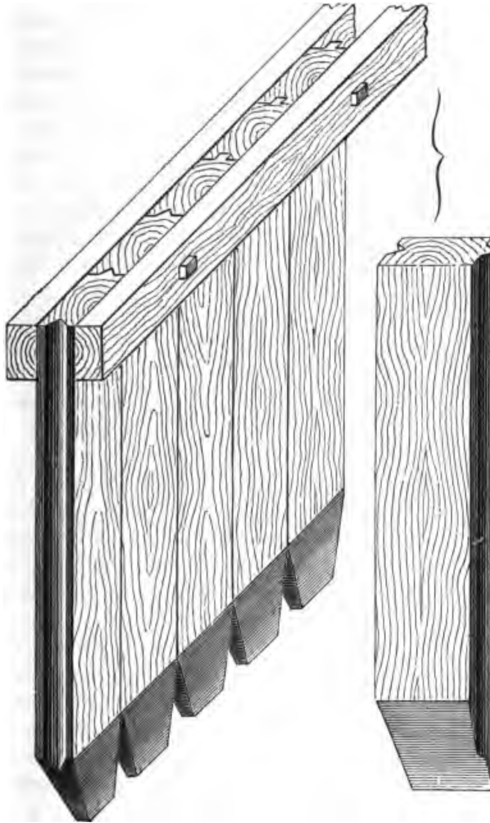


Fig. 6.

beträgt je nach der Pfahlweite 0,25—0,30 m im Quadrat oder $^{20}/_{25}$ bis $^{25}/_{30}$ cm hochkantig gelegt. Die Querschwellen erhalten eine Breite von 0,26 m (Steinlänge incl. Fuge). Die Höhe richtet sich nach der Tiefe der Verkämmung und der Stärke des Bohlenbelags, indem die Schwellenoberfläche um eine oder zwei Schichten höher oder ebenso hoch liegen soll, als die Oberfläche des Bohlenbelags. Fig. 7 zeigt den Schnitt durch einen Pfahlrost.

Stofsen zwei Pfahlroste unter einem Winkel zusammen, so wird de eine um so viel höher gemacht, dafs die Oberfläche der Grundschwellen des einen mit der Oberfläche der Querschwellen des anderen Rostes in gleicher Höhe liegt, und die Grundschwellen des höheren Rostes werden auf die Grundschwellen des niederen verkämmt, damit beide Roste einen festen Zusammenhang bekommen.

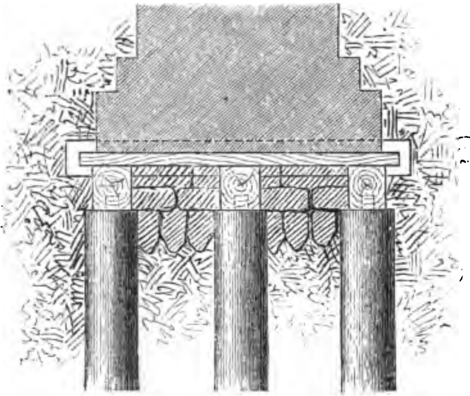


Fig. 7.

Die Rostschwellen und Bohlen werden am besten aus Eichenholz gefertigt.

Steht der Pfahlrost tief in einem weichen Boden, so ist es zweckmäfsig, um eine seitliche Ausbiegung oder Bewegung desselben zu verhüten, hin und wieder schräg liegende Pfähle einzurammen und diese durch Zangen oder direkt durch Bolzen mit den Pfählen oder Schwellen zu verbinden (Fig. 8).

Bevor der Bohlenbelag hergestellt wird, müssen die Zwischenräume der Pfähle, sowie die nächste Umgebung derselben, mit Lehm ausgestampft und mit hochkantigen natürlichen Steinen ausgepflastert werden; der Raum zwischen den Grundschwellen kann dann auf gewöhnliche Weise ausgemauert werden. Auch ist eine Betonschüttung zwischen den Pfählen zweckmäfsig.

Die Oberfläche des Bohlenbelags eines Pfahlrostes mufs mindestens 0,30 m unter dem Spiegel des tiefsten Grundwasserstandes liegen, wodurch der Rost fast unbegrenzte Dauer erhält. Andernfalls wird das abwechselnd nafs und trocken liegende Holz in wenigen Jahren verfault sein.

Die Tragfähigkeit eines eingerammten Pfahles kann man nach folgender Formel annähernd berechnen.

Bezeichnet Q das Gewicht der Rammbärs,
H die Fallhöhe desselben beim letzten Schlage,
s die durch den letzten Schlag bewirkte Senkung des Pfahles,
q das Gewicht des Pfahles,

so ist der Widerstand, welcher durch den letzten Schlag überwunden wird,

$$W = \frac{Q^2}{Q+q} \cdot \frac{H}{s}.$$

Die Tragfähigkeit des Pfahles ist nun bei festem Untergrunde, in welchen der Pfahl noch einige Meter hineingedrungen ist, etwa gleich $^{1}/_{10}\ W$ zu setzen, bei durchgängig weicherem Boden gleich $^{1}/_{20}\ W$; doch soll die Belastung nicht über 50 kg pro Quadratcentimeter des mittleren Pfahlquerschnitts betragen.

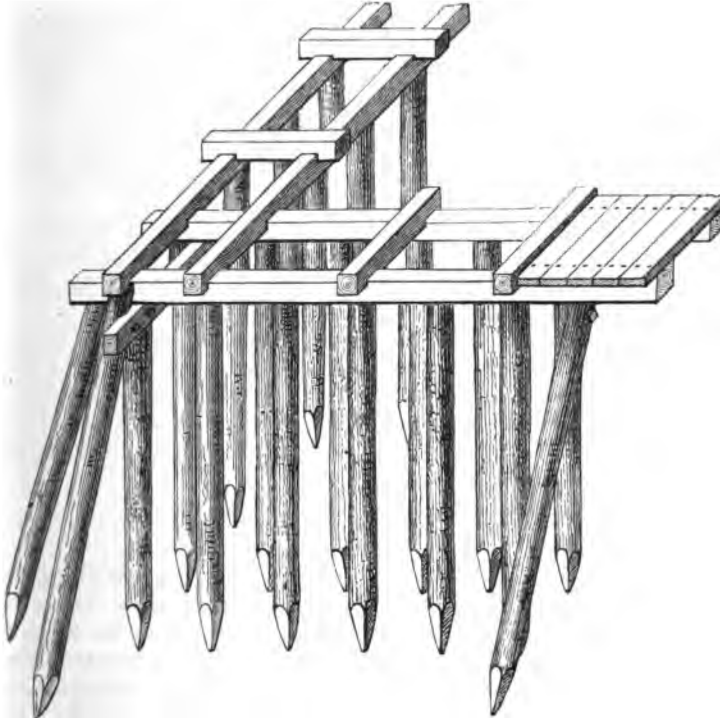


Fig. 8.

Beispiel: Das Gewicht des Bären einer Zugramme sei $Q=400$ Kilogramm, die Fallhöhle beim letzten Schlage $H=1{,}40$ m, die durch den letzten Schlag bewirkte Senkung des Pfahles $s=0{,}02$ m, das Gewicht des Pfahles $q=150$ kg, so ist der Widerstand, welcher beim letzten Schlage überwunden ist

$$W = \frac{400^2}{400+150} \cdot \frac{1{,}40}{0{,}02} = \frac{160000}{550} \cdot 70 = 20363 \text{ kg},$$

also bei festem Untergrunde die Tragfähigkeit

$$T = \frac{W}{10} = \frac{20363}{10} = 2036 \text{ kg}.$$

II. Fundierungen auf weichem Boden.

Unter weichem Boden verstehen wir solche Erdschichten, welche nicht fest genug sind, um ein Gebäude bei gewöhnlicher Fundierung der Mauern mit Sicherheit zu tragen, z. B. feuchten Thon oder Lehm, bei welchem also geboten ist, den Mauern eine breitere Unterlage zu verschaffen, um den Druck des Gebäudes auf eine gröfsere Bodenfläche zu verteilen.

Ganz ausgeschlossen ist Sumpf- und Moorboden, während gut abgelagerter aufgeschütteter Grund für leichtere Gebäude mitunter noch benutzt werden kann.

Der vorhin beschriebene Pfahlrost ist demnach in Sumpf- und Moorboden nur dann zu verwenden, wenn unter demselben ein fester Boden in erreichbarer Tiefe vorhanden ist, in welchem die Pfähle noch 1—2 m hineingetrieben werden.

In Lehm-, Thon- oder Sandboden hingegen wird durch einen Pfahlrost für nicht allzuschwere Gebäude noch eine genügend feste Unterlage geschaffen, wenn auch keine durchaus feste Erdschicht erreicht wird; doch läfst sich diese auch oft bei gleichmäfsiger Beschaffenheit des Baugrundes in der ganzen Baugrube weit billiger durch den

a. Liegenden Rost

erreichen. Ist aber der Baugrund etwa an einem Ende der Baugrube weicher, als am andern, so erfolgt ein ungleichmäfsiges Setzen der Mauern, wodurch das Gebäude Risse erhält. Es ist dann der Pfahlrost vorzuziehen, da man ja die Pfähle verschieden tief einrammen kann, sodafs sie beim letzten Schlage alle einigermafsen gleichviel sinken, wodurch annähernd eine gleiche Tragfähigkeit derselben erzielt wird.

Der liegende Rost wird in folgender Weise hergestellt. Nachdem die Baugrube ausgehoben ist, wird der Grund, welcher den Rost aufnehmen soll, wagerecht abgeglichen und möglichst festgestampft; vorteilhaft ist es, dann noch eine Lage Lehm, Sand oder Mauerschutt aufzubringen und ebenfalls festzustampfen. Hierauf werden in Entfernungen von 1—1,50 m, 20—30 cm starke Querschwellen auf die flache Seite gelegt, worauf Langschwellen von 25—30 cm Dicke in 0,6—0,9 m Entfernung verkämmt werden. Jetzt stampft man die Zwischenräume und Umgebungen der Schwellen bis zur Oberkante der Langschwellen mit Thon, Lehm oder Sand aus, oder man bringt auch noch pflasterartig harte Steinbrocken festgerammt dazwischen, worauf dann ein Bohlenbelag von 8 — 10 cm Dicke auf die Langschwellen genagelt

wird. Die Querschwellen und der Bohlenbelag stehen auf beiden Seiten 0,30—0,60 m unter der Mauer hervor (Fig. 9).

Der Rost mufs mit seiner Oberfläche mindestens 0,30 m unter dem tiefsten Grundwasserspiegel liegen.

Hat die Bodenschicht, auf welcher der Rost liegt, eine sehr geneigte Lage oder ist Wasser in der Nähe, so mufs man auf der Seite, wo ein Abrutschen oder Unterspülen des Rostes erwartet werden kann, eine Spundwand vor den Rost schlagen, welche aber

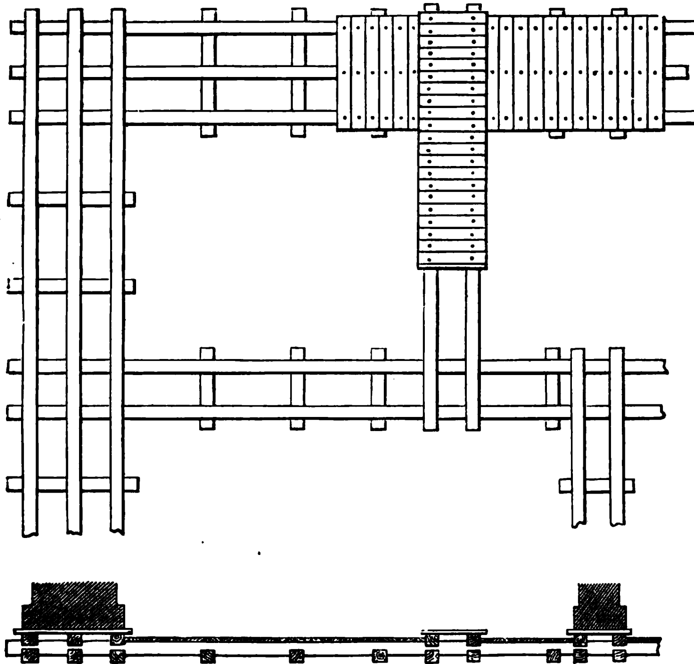


Fig. 9.

nicht mit dem Rost zu verbinden ist. Bei einigermafsen schweren Gebäuden ist eine Umgebung des ganzen Bauplatzes mit einer Spundwand notwendig, weil dadurch ein seitliches Ausdrängen des Baugrundes durch die Last des Gebäudes verhindert wird. Eine Verlängerung der Langschwellen des Rostes über die Ecken hinaus, um hierdurch eine Verbreiterung der Fundamentsohle an den Ecken zu erzielen, wie es bisher in allen Konstruktionslehren gefordert wird, ist unbedingt verwerflich. Da nämlich das Mauerwerk an den Gebäudeecken stets

weniger belastet ist, als an den übrigen Teilen, so wird, wenn man die Fundamentsohle an den Ecken nun noch gar verbreitert das Eckmauerwerk sich weniger setzen als das übrige, was auch durch mehrere aus diesem Grunde verunglückte Rost- und Sandfundierungen bewiesen ist.

Die Aufführung der Mauern mufs durchaus überall gleichmäfsig geschehen, weil sonst ein ungleiches Setzen des Rostes zu befürchten ist.

Da ein Setzen immer vorkommen wird, so mufs man den Sockel etwas höher anlegen, als er eigentlich liegen soll; wie viel ist natürlich niemals mit Bestimmtheit zu ermitteln und hängt von der mehr oder minder grofsen Zusammendrückbarkeit des Bodens ab.

Bei unter einem Winkel zusammenstofsenden Rostflächen läfst man, wie beim Pfahlrost, die Langschwellen des einen Rostes über die Langschwellen des anderen hinübergehen und darauf verkämmen, damit die Roste der einzelnen Mauern miteinander fest verbunden werden.

b. Sandschüttung.

Statt eines liegenden Rostes kann man oft billiger eine Sandfundierung anwenden, besonders da man hierbei den tiefsten Grundwasserstand nicht zu erreichen braucht.

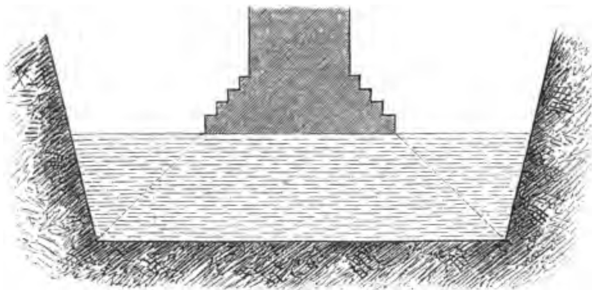


Fig. 10.

Durch die Ausfüllung der Fundamentgräben, resp. der ganzen Baugrube, mit einer festgestampften Sandschicht soll, wie beim liegenden Roste, der Mauerdruck auf gröfsere Bodenflächen übertragen werden. Dies geschieht dadurch, dafs nicht nur die lotrecht unter den Mauern liegenden Teile der Sandschicht den Mauerdruck erleiden, sondern dafs der gedrückte Sandkörper nach beiden Seiten einen Böschungswinkel von ca. 45° hat (Fig. 10).

Je dicker also die Sandschicht ist, desto breiter wird die Basis des belasteten Sandkörpers und natürlich auch um so gröfser die belastete Fläche des Baugrundes. Die Dicke der Sandschicht mufs

mindestens 0,80 m betragen. Der Sand, welcher scharf und grob sein mufs, aber mit feinerem Sande vermischt sein darf, wird in Lagen von ca. 0,15 m aufgebracht und festgestampft oder gewalzt. Ein Begiefsen mit Wasser (noch besser Kalkmilch) befördert die feste Ablagerung, es mufs aber das überschüssige Wasser sich in einer tiefer liegenden Grube sammeln können, welche dann immer wieder ausgeschöpft wird.

Das Mauerwerk mufs ein möglichst breites Fundament erhalten, langsam und gleichmäfsig aufgeführt werden. Ist die Umgebung des Sandbettes eine sehr weiche, so empfiehlt sich eine Umschliefsung des Sandbettes mit einer Spundwand oder mit einer festgestampften Thonlage.

c. Betonfundierung.

Die Betonfundierung hat den Zweck, eine dichte, fest zusammenhängende Fundamentmasse zur Aufnahme der Mauern zu bilden. Der Beton kann hierbei entweder nur unter den Mauern, natürlich mit genügender Verbreiterung, angebracht werden, oder bei Gebäuden mit nicht allzugrofsen einzelnen Räumen, besonders bei schlechter Bodenbeschaffenheit, noch besser die ganze Grundfläche des Gebäudes einnehmen.

Der Beton wird in Lagen von 0,50—0,80 m Dicke, und zwar, wenn die Baugrube mit Wasser angefüllt ist, oder im Wasser liegt, mittels eines viereckigen hölzernen Trichters, welcher in einem Gestell mit 4 kleinen Rädern hängt, geschüttet. Die Räder des Gestells laufen auf 2 horizontalen Balken, welche nach Bedürfnis verlegt werden.

Das Betonfundament soll nicht unter 0,50 m dick sein, bei schweren Gebäuden natürlich dicker ($1^1/_2$—2 m). Man kann den Beton sowohl im Wasser, als in trockener Baugrube verwenden. Im offenen Wasser, bei Ufer- und Brückenbauten, mufs das Betonbett durch eine Spundwand umgeben, und der weiche Grund ausgebaggert werden.

Die Mischung des Betons ist je nach den Ansprüchen, die an seine Festigkeit gemacht werden, und nach der Güte der dazu verwandten Materialien, verschieden. Z. B. 1 Teil Cement, 3 Teile Sand, 5—8 Teile Steinbrocken; 1 Teil Kalk, 1 Teil Trafs, $1^1/_2$ Teile Sand, 10 Teile Steinbrocken.

Die Steinbrocken, am besten zerschlagene natürliche Steine, müssen, ehe sie in den vorher gemischten Mörtel gebracht werden, gewaschen werden, damit sie staub- und schmutzfrei sind, auch müssen sie nafs sein; sie werden bei kleineren Betonmassen durch Rechen, bei gröfseren durch Maschinen (ein wenig schräg liegende hölzerne Trommeln, 4—6 m lang, 1 m im Lichten weit, inwendig mit kurzen Winkeleisen nach der Schraubenlinie besetzt, 5—6 Umdrehungen in der Minute) innig mit dem Mörtel vermischt.

Ehe man das Mischungsverhältnis für gröſsere Betonmassen bestimmt, ist es zweckmäſsig, vorher mit den zu verwendenden Materialien Probemischungen herzustellen, dieselben erhärten zu lassen und deren Festigkeit zu untersuchen.

Fangdämme

kommen hauptsächlich bei Wasserbauten, z. B. der Fundierung von Brückenpfeilern und Uferbauten, vor, jedoch ist ihre Anlage auch mitunter bei Hochbauten notwendig, wenn einem starken seitlichen Eindringen des Wassers entgegen zu treten ist.

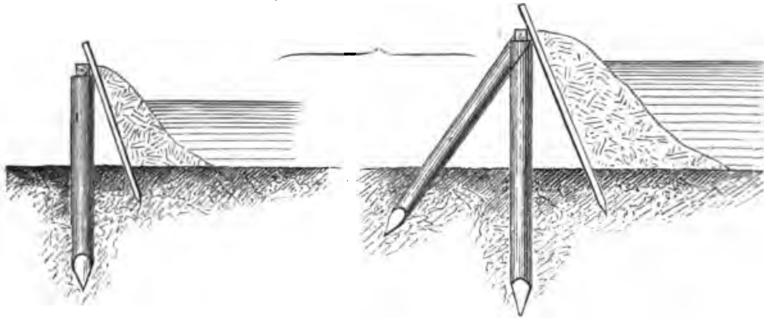


Fig. 11.

Man kann dieselben in verschiedener Weise herstellen, und es ist dabei auſser der Wasserdichtigkeit auch der Seitendruck des Wassers zu berücksichtigen.

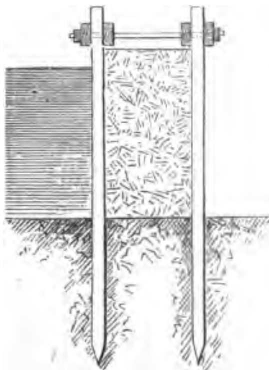


Fig. 12.

Bei einer Wasserhöhe bis zu 1,50 m kann man einen Fangdamm in folgender Weise herstellen.

Man rammt eine Reihe Pfähle in etwa 1,50 m Entfernung voneinander fest in den Boden und verzapft auf dieselben, natürlich über dem Wasserspiegel, ein Holm. Gegen dieses Holm stellt man in schräger Richtung Bohlen, welche unten angeschärft sind und etwa 0,50 m in den Erdboden hineingetrieben werden. Die Bohlen müssen gerade Kanten haben, damit die Fugen möglichst dicht schlieſsen, oder besser aus zwei Lagen mit gegenseitiger Fugenüberdeckung bestehen. Gegen

diese Bohlen wird eine Dünger- oder Thonschüttung gemacht, welche das Wasser nicht durchläfst (Fig. 11).

Bei höherem Wasserstande umgiebt man die Baugrube mit zwei Spundwänden, deren Entfernung voneinander desto gröfser sein mufs, je höher der Wasserstand ist, und stampft den Zwischenraum der Spundwände mit Lehm oder sonstigem fetten Erdreich aus (Fig. 12 und 13).

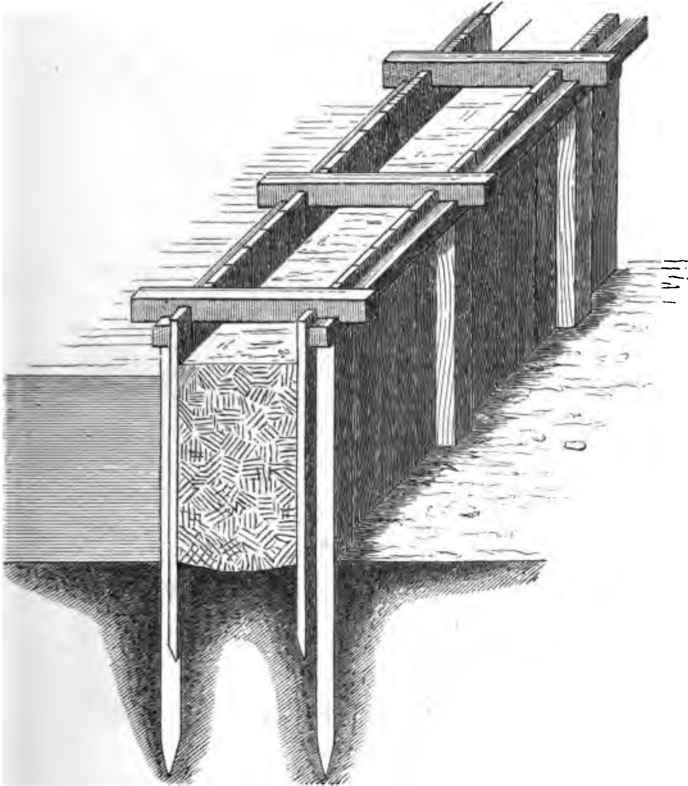


Fig. 13.

Eine andere billiger herzustellende Art der Fangdämme besteht aus zwei Reihen eingerammter Pfähle mit darauf verzapften Holmen, welche untereinander durch darauf verkämmte Querhölzer, sogenannte Zangen, verbunden sind. An der Innenseite der Pfahlwände sind Bohlenwände in doppelter Lage mit gegenseitiger Fugenüberdeckung eingerammt und zwischen diesen Bohlenwänden befindet sich die festgestampfte Thon- oder Lehmschüttung.

Die beste und bei gröfseren Wasserbauten billigste Art
Fangdämme wird aus Beton hergestellt.

Man umgiebt die Baugrube mit einer Wand aus viereck
Pfählen, welche dicht nebeneinander eingerammt werden. Nach i1
zu wird eine zweite Wand hergestellt und zwar aus Pfählen, we
in etwa 1—1,8 m Entfernung stehen, an welche Tafeln, aus horizo

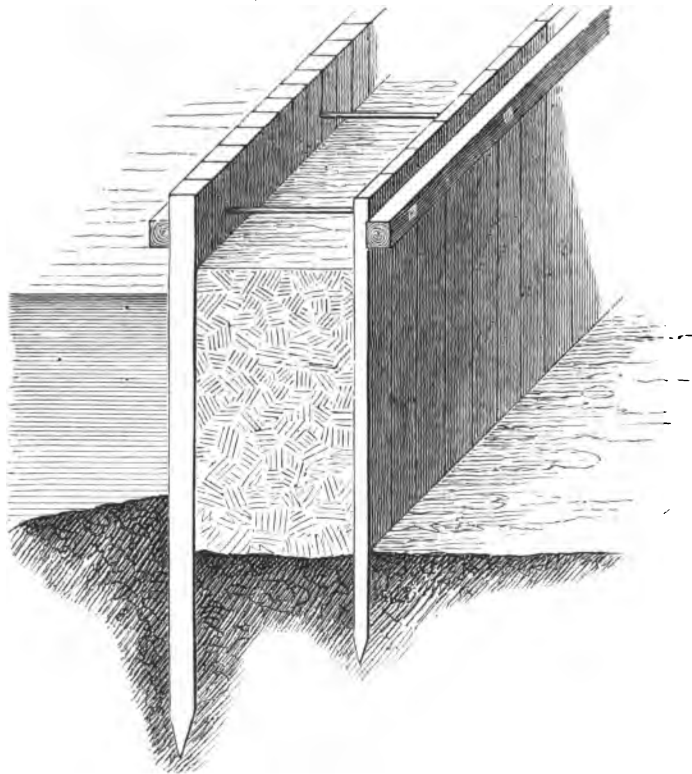


Fig. 14.

liegenden Bohlen bestehend, welche von Pfahlmitte zu Pfahlmitte reichen und auf zwei schwache Halbholz- oder Bohlenpfähle genagelt sind, gestellt und ein wenig eingerammt, oder statt deren eine Wand aus lotrechten Bohlen ohne Spundung gerammt werden. Zwischen diese beiden Wände, welche also nicht wasserdicht sind, wird der Beton bis über den Wasserspiegel geschüttet, welcher nach seiner Erhärtung eine wasserdichte Mauer bildet. Diese Mauer kann später

teilweise mit als Fundament benutzt werden, wodurch sie eben billiger wird als andere Fangdämme.

Die Dicke derselben wird nicht unter $^1/_3$ der Höhe betragen dürfen (Fig. 14).

Mauern.

a. Freistehende Mauern.

Diese, hauptsächlich als Umfriedungsmauern von Gärten und Höfen vorkommend, können aus Quadern, Bruchsteinen, Backsteinen und auch aus Beton hergestellt werden.

Freistehende Mauern aus lagerhaften Bruchsteinen dürfen höchstens die achtfache Dicke zur Höhe erhalten, die Dicke der Bruchsteinmauern aber nicht unter 0,36 m betragen.

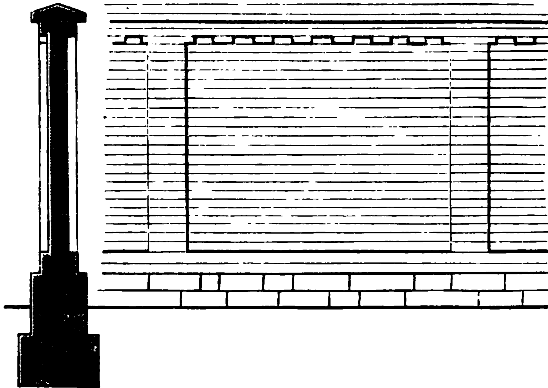


Fig. 15.

Freistehende Mauern aus Quadern, Ziegeln oder Beton erhalten höchstens die zehnfache Dicke als Höhe.

Alle freistehenden Mauern, welche nicht stärker gemacht sind, als nach obigen Angaben erforderlich, erhalten aufserdem Verstärkungspfeiler, deren Entfernung voneinander höchstens gleich der doppelten Mauerhöhe ist.

Alle derartige Mauern müssen oben möglichst wasserdicht abgedeckt werden, welches entweder durch Platten aus natürlichen Steinen oder durch Ziegelplatten geschehen kann. Letztere werden durch einen Überzug von Steinkohlenteer wasserdicht gemacht. Die Platten

werden am besten in Portland-Cementmörtel verlegt. Die müssen nach beiden Seiten die Mauer um einige Centimeter ragen und erhalten zweckmäfsig eine Unterschneidung (Wasser

Eine Abdeckung mit Cementmörtel ist selten dauerhaft.

Da Hof- und Gartenmauern gewöhnlich nur 2 m Höhe erh so kann man für diese Höhe eine bedeutende Materialersparn zielen, wenn man zwischen 1 Stein starke Pfeiler, welche etwa von Mitte zu Mitte voneinander entfernt sind, Mauern von $^1/_2$ Stärke in Verband mit den Pfeilern aufführt; oben aber w 3 oder 4 Schichten 1 Stein starkes Mauerwerk über Pfeiler Zwischenmauern durchgehen läfst. Fig. 15 zeigt Schnitt und An einer solchen Mauer.

Bei dieser Mauer, welche auf beiden Seiten mit Cementm oder einer Mischung von Cement- und Kalkmörtel gefugt wird, l chen dann keine weiteren Verstärkungspfeiler angebracht zu wei

b. Futtermauern

kommen in Verbindung mit Hochbauten bei der Anlage von Ram Terrassen u. s. w., jedoch bei Grundstücken, welche an einem wässer liegen, auch als Uferbauten vor.

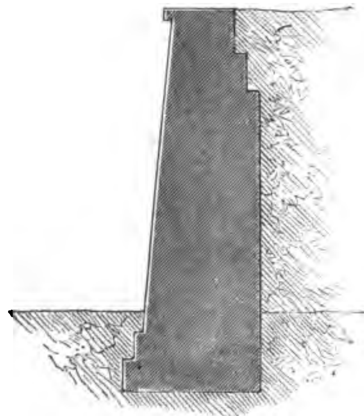


Fig. 16.

Die Futtermauern so dem Seitendruck des zur Hin füllung benutzten Erdrei und der beweglichen Belast desselben (Menschen, Fu werk), Widerstand leisten.

Der Seitendruck des H terfüllungsmaterials hängt von dem Gewicht und d Reibungswinkel desselben.

Die Stabilität der Futt mauer ist abhängig von d Form ihres Querschnitts (und wieviel Böschung), v dem Verhältnis ihrer Dic zur Höhe und von dem G wicht derselben, alles dies Bezug auf den Seitendruck d Hinterfüllungserde.

Stark geböschte Futtermauern sind natürlich stabiler, als wer geböschte; weil aber erstere durch das in die Fugen dringende Rege wasser schneller verwittern, so giebt man den Futtermauern aus Bac

steinen und Bruchsteinen höchstens $^1/_{10}$, den Futtermauern aus Quadern höchstens $^1/_8$ der Höhe zur Böschungsgrundlinie.

Die Richtung der Lagerfugen ist entweder horizontal oder normal zur Aufsenfläche der Futtermauern anzunehmen. Im letzteren Falle leistet die Futtermauer dem Erddrucke gröfseren Widerstand.

Ein nach aufsen vortretender Fufs der Futtermauer erhöht die Stabilität derselben bedeutend (Fig. 16).

Das obere Drittel der Mauer kann an der hinteren Seite treppenförmig nach oben verjüngt werden, die unteren zwei Drittel erhalten am besten eine lotrechte Hinterseite; ein Einziehen derselben würde

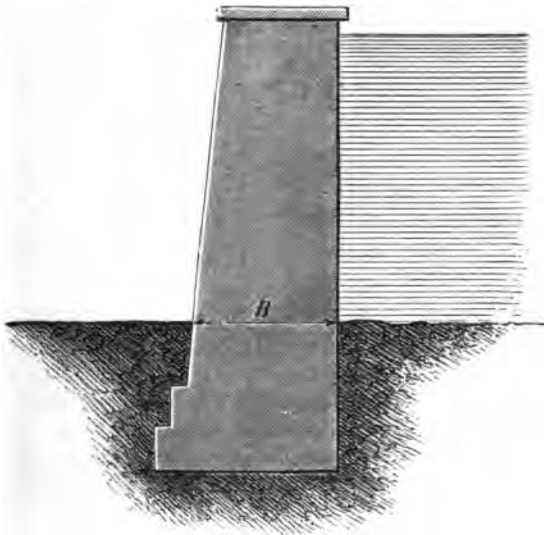


Fig. 17.

zur Folge haben, dafs bei starkem Froste der sich nach oben ausdehnende feuchte Erdboden die Mauer nach aufsen drängt.

Ein Abdecken der Futtermauern, durch möglichst grofse Platten, ist notwendig.

Ein hydraulischer Mörtel ist dem Luftmörtel bei weitem vorzuziehen, und es mufs das Hinterfüllen der Futtermauern erst dann erfolgen, wenn der Mörtel erhärtet ist.

In nachstehender Tabelle ist die untere Stärke *B* der Futtermauer bei verschiedener Höhe und verschiedenem Hinterfüllungsmaterial angegeben.

Tabelle Nr. 1.

Die Stärken der Futtermauern aus Ziegelsteinen.

Hinter-füllung der Mauer =	Grober Schotter.	Feuchter Thon.	Feuchter Lehm.	Kiesel-steine.	Feuchte Damm-erde.	Feuchte Sand.
Reibungs-winkel =	38°	40°	35°	36°	27°	24°
Gewichte pr. cbm =	1600 kg	1800 kg	1700 kg	2500kg	1700 kg	1950 kg
Höhe der Futter-mauer.	Untere (Sohlen-)Breite der Futtermauer in Mete					
1,0 m	0,29	0,29	0,32	0,37	0,39	0,42
1,5 m	0,45	0,45	0,48	0,57	0,60	0,64
2,0 m	0,61	0,62	0,66	0,77	0,81	0,86
2,5 m	0,79	0,80	0,85	0,99	1,04	1,09
3,0 m	0,99	1,00	1,06	1,22	1,28	1,34
3,5 m	1,22	1,23	1,29	1,47	1,54	1,61
4,0 m	1,45	1,47	1,54	1,74	1,81	1,89
4,5 m	1,72	1,74	1,82	2,03	2,11	2,20
5,0 m	2,01	2,04	2,12	2,34	2,45	2,52

Die Böschung ist hierbei = $^1/_{10}$ der Höhe, als Material Backsteine, deren Gewicht pro Kubikmeter zu 1600 kg angeno Werden statt der Backsteine natürliche Steine, Bruchsteine oder (verwendet, so kann natürlich wegen des gröſseren Gewichts Materials die Mauerstärke wesentlich geringer sein. Das I füllungsmaterial ist hier überall als feucht angenommen, da es, es auch im trockenen Zustande verwendet würde, später do(gewöhnliche Erdfeuchtigkeit erhalten wird.

In der letzten Rubrik ist die Sohlenbreite von Mauern geben, welche in der angegebenen Höhe Wasserdruck auszu haben. Diese Mauern müssen auſserdem Fundamente erhalten, \ tiefer liegen, als der unter dem Wasser befindliche Grund dasselbe aufgeweicht ist (Fig. 17).

Das Fundament der Futtermauern erhält am zweckmäſs nur nach vorn einen Vorsprung, wie die Figuren zeigen.] aber in vorstehender Tabelle unter Sohlenbreite nicht die F mentbreite, sondern die Breite der Futtermauer in der Höhe Oberfläche des Erdbodens gemeint.

Wird die Futtermauer noch durch eine darauf gesetzte stehende Mauer belastet, so erhöht dieses die Stabilität der F mauer (Fig. 18).

Ist dieselbe die Ufermauer irgend eines Gewässers, so übt letzteres einen dem Erddruck entgegengesetzten Druck aus, welcher bei grofsen Uferbauten mit berücksichtigt werden kann, da die Mauer verhältnismäfsig schwächer angelegt werden darf. Bei kleineren Uferbauten lasse man den Wasserdruck unberücksichtigt.

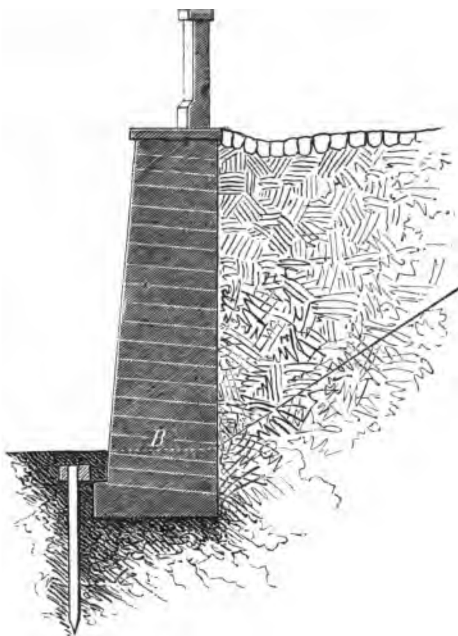


Fig. 18.

Zur Berechnung der Sohlenbreite von Futtermauern, welche in ihrer ganzen Höhe hinterfüllt sind, dient die Formel

$$B = \sqrt{\frac{2}{3G} D + \frac{m^2 h^2}{3}}$$

wobei B die Sohlenbreite der Futtermauer, G das Gewicht eines Kubikmeters Mauerwerk, m das Verhältnis der Böschungsgrundlinie zur Höhe der Futtermauer, h die Höhe der Futtermauer, D die Bezeichnung des Erddruckes ist.

Zur Ermittelung des Erddruckes D dient die Formel

$$D = \frac{h^2}{2} \cdot g \cdot tang^2 \left(45^\circ - \frac{w}{2}\right),$$

worin h wieder die Mauerhöhe, resp. die Höhe der hinterfüllten Erde, g das Gewicht eines Kubikmeters dieser Erde, w der Reibungswinkel derselben ist.

Für Wasser und völlig durchweichte Erdarten, wo also der Reibungswinkel $= 0$ ist, ist $D = \frac{h^2}{2} \cdot g$.

In nachstehender Tabelle sind die Reibungswinkel und das Gewicht pro Kubikmeter verschiedener Erdarten angegeben.

Tabelle Nr. 2.

Gewicht und Reibungswinkel verschiedener **Erdarten.**

	Reibungswinkel. w	**Gewicht pro Kubikm. in Kilogramm.** g
Trockener Sand.........	32°	1640
Feuchter Sand..........	24°	1950
Trockener Thon	45°	1600
Durchweichter Thon.....	bis 0°	2000
Trockener Lehm........	40°	1500
Durchweichter Lehm	bis 0°	1900
Trockene Dammerde	37°	1400
Feuchte Dammerde	27°	1700
Kieselsteine	36°	2500
Grober Schotter	38°	1600

Soll die Futtermauer ohne Böschung, also mit senkrechter derseite, aufgeführt werden (Fig. 19), so ist

$$B = \sqrt{\frac{2}{3G} \cdot D},$$

wenn die Mauer in ihrer ganzen Höhe hinterfüllt wird.

Beispiel: Die Höhe der Futtermauer $h = 4$ m, Gewicht e Kubikmeters Mauerwerk $G = 2000$ kg, zur Hinterfüllung di feuchter Sand, dessen Reibungswinkel $w = 24°$, dessen Gewi pro Kubikmeter $g = 1950$ kg, so ist in der Formel

$$D = \frac{h^2}{2} \cdot g \cdot tang^2\left(45° - \frac{w}{2}\right),$$

der Werth: $\frac{h^2}{2} \cdot g = \frac{4^2}{2} \cdot 1950 = \frac{16}{2} \cdot 1950 = 15600,$

ferner: $tang^2\left(45° - \frac{w}{2}\right) = tang^2\left(45° - \frac{24}{2}\right) = tang^2\, 33° = 0{,}6494($

oder abgekürzt $= 0{,}65^2 = 0{,}4225.$

Es ist also $D = 15600 \cdot 0{,}4225 = 6591.$

Setzt man nun in die Formel $\sqrt{\frac{2}{3G} \cdot D}$ die Werthe ein, s

lautet sie: $\sqrt{\frac{2}{3 \cdot 2000} \cdot 6591} = \sqrt{\frac{6591}{3000}} = \sqrt{2{,}197} = 1{,}48.$

Die Mauer müfste also eine Stärke von 1,48 m haben.

Selbstverständlich erhalten die Futtermauern Fundamente, welche tiefer liegen, als der Frost in die Erde dringt, also mindestens 0,80 m.

Der Grund mufs fest sein, besonders an der Vorderseite der Mauer, weil ein Einsinken der Vorderkante unbedingt das Ausweichen der Mauer zur Folge hat. Ist der Grund weich, so kann man durch das Einschlagen einer Spundwand, an der vordern Seite des Fundamentes, ein Ausdrängen desselben verhüten (Fig. 18).

Bei leichteren Futtermauern und nicht ganz schlechtem Boden genügt es, wenn etwa in 1 m Entfernung voneinander schwache Pfähle eingeschlagen und einige Bohlen horizontal daran genagelt werden.

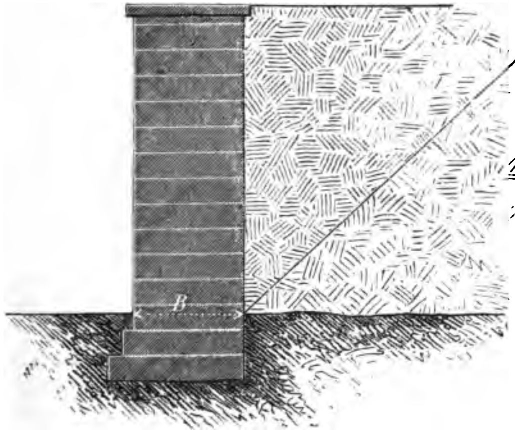


Fig. 19.

In dicken Futtermauern kann man zur Ersparung von Mauermaterial hohle Räume anlegen und dieselben mit einem Mörtel, bestehend aus 10 Teilen Sand und 1 Teil hydraulischem Kalk oder Cement ausfüllen (Fig. 20).

c. Umfassungsmauern.

Die Stärke der Umfassungsmauern von Hochbauten ist bedingt

1) durch das Material, aus welchem dieselben hergestellt werden,
2) durch die freistehende Höhe und Länge derselben,
3) durch die Belastung derselben (durch Balkenlagen und deren bewegliche Belastung, obere Geschosse, Dachwerk) und
4) auch durch die Bestimmung der von den Mauern eingeschlossenen Räume.

Es lassen sich deshalb nicht leicht vollkommen zu
Regeln für die Stärke der Umfassungsmauern aufstellen.

So erfordern z. B. Fabrikräume, worin vielleicht auf dei
lagen stehende Maschinen arbeiten, stärkere Umfassungsma
gleich hohe Geschosse von Wohngebäuden.

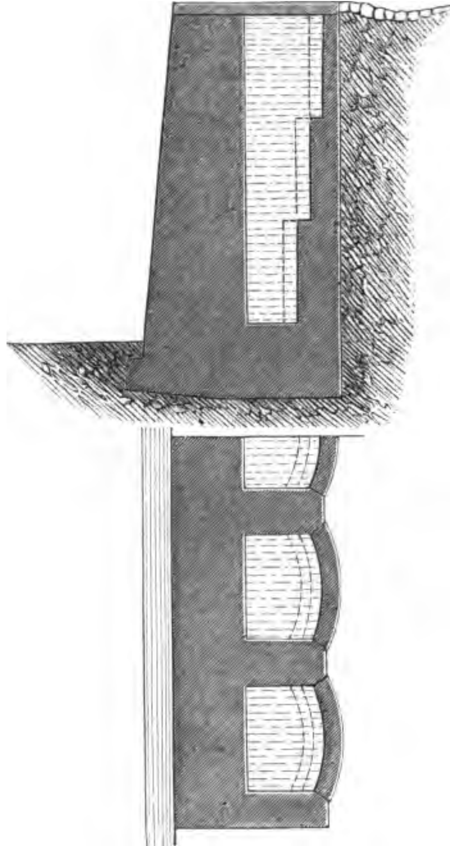


Fig. 20.

Für Wohngebäude können folgende Angaben einen Anh
währen, vorausgesetzt, dafs die Umfassungsmauern aus Zie
gutem Kalkmörtel hergestellt sind:

1) Für Halbgeschosse ist eine Mauerstärke von 0,25 m
einer Steinlänge genügend.

2) Das obere Geschofs kann auch noch allenfalls 1 Stein starke Umfassungsmauern erhalten, wenn es nicht über 3 m im Lichten hoch ist und die Scheidewände nicht über 5 m voneinander entfernt sind. Eine etwas gröfsere Höhe und freie Länge dieser Mauern ist zulässig, wenn (etwa nach aufsen, als architektonische Gliederung) Verstärkungspfeiler von $^1/_2$ Stein Vorsprung in Entfernungen von nicht über 2 m angebracht werden.

Besser ist jedoch, die Mauer $1^1/_2$ Stein stark anzulegen. Die Trockenheit und leichtere Heizung der Räume wird bedeutend erhöht, wenn man alle Umfassungsmauern (bei eingebauten Häusern die Strafsen- und hofwärts liegenden Mauern) mit Hohlräumen (Luftschichten) versieht.

Diese lassen sich in einer Breite von 0,065 m auch bei 1 Stein starken Mauern anwenden, welche dadurch eine Dicke von 0,31 m erhalten.

Noch besser für die Stabilität der Mauern sowohl, als auch für die Heizbarkeit der eingeschlossenen Räume ist die Anlage von Hohlräumen von 14 cm Breite, wodurch also die schwächsten derartigen Ziegelmauern eine Stärke von 12 cm + 14 cm + 12 cm = 38 cm = $1^1/_2$ Stein erhalten. Die den Hohlraum begrenzenden Mauerteile werden dann nicht, wie sonst üblich, durch einzelne Bindersteine, sondern durch $^1/_2$ Stein breite durchgehende Pfeiler miteinander verbunden, die an allen Thüren und Fensterlaibungen, als Verlängerung der Scheidewände und in Mauern ohne Fenster- und Thüröffnungen etwa in 1 m Entfernung voneinander angebracht werden.

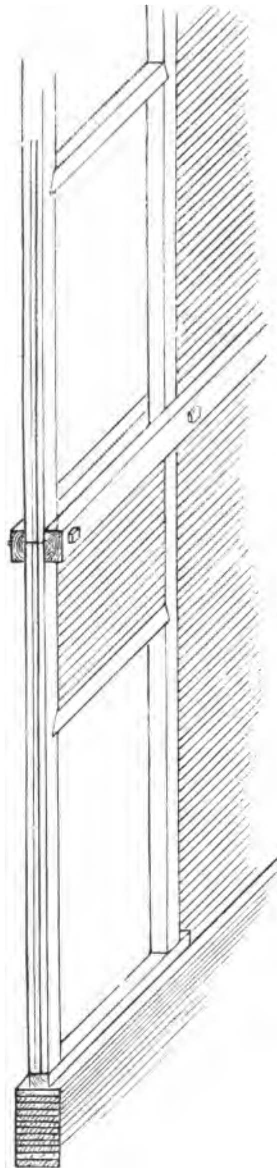
Bei den nach den Wetterseiten gerichteten Umfassungsmauern werden die inneren Köpfe der die Verbindungspfeiler bildenden Ziegel in heifsen Teer getaucht, damit sie die durch den Schlagregen dem äufseren Mauerteil zugeführte Feuchtigkeit nicht auf den inneren übertragen können. Verfasser hat derartige Umfassungsmauern mehrfach mit dem besten Erfolg ausführen lassen.

Bei $1^1/_2$ Stein starken Mauern des oberen Geschosses kann man demselben eine lichte Höhe von 4 m geben, und die Frontmauern können bis 9 m Länge zwischen den Scheidemauern freistehen. Sind $^1/_2$ Stein starke Pfeilervorlagen vorhanden, so kann man bis 5 m Höhe und 10 m Länge gehen.

Eine Umfassungsmauer von $1^1/_2$ Stein Stärke kann man durch 2 übereinander liegende Geschosse durchgehend anwenden, wenn die Geschofshöhen nicht über 4 m betragen, die Zimmer nicht über 7,5 m breit und nicht über 5 m tief sind.

Bei gleichen Raumverhältnissen kann man bei 4geschossigen Gebäuden die beiden unteren Geschosse 2 Stein stark anlegen.

Sind die Geschosse höher, oder sind breitere oder tiefere Räume vorhanden, so müssen entweder die ganzen Mauern stärker sein, oder durch vorgemauerte Pfeiler verstärkt werden.


Fig. 21.

Die Giebelmauern im Dachg
sind bei nicht allzutiefen Gebäuder
stark, bei gröſserer Tiefe mit Verst
pfeilern oder $1^1/_2$ Stein stark, di
oberen Geschosse $1^1/_2$ Stein, be
stöckigen Gebäuden die unteren G
2 Stein stark anzulegen.

Bruchsteinmauern nirgends un
und bei jedem tiefer liegenden G
0,12 m Verstärkung.

Kellermauern müssen natü
Rücksicht auf den Gewölbeschub
werden, wovon später die Rede s
sie werden jedoch mindestens
stärker gemacht, als die Mauern
geschosses.

d. Mittelmauern

nennt man diejenigen inneren Maue
Gebäudes, welche parallel zu den
Langmauern liegen. Diese, sow
solche Scheidemauern, welche zu
stützung der Balkenlagen dienen,
nicht unter 1 Stein stark gemacht
Man kann sie etwa in dieser Stä
Gebäuden von geringer Tiefe, d
beiden oberen Geschosse gehen
besonders dann, wenn 2 Mittelmau
handen sind und nicht zu groſse
vorkommen.

Die Mittelmauern tiefer liege
schosse, und wenn breitere und
Zimmer daran liegen, müssen 1
stark sein; bei Schulhäusern und
Gebäuden, wo nur gröſsere Räu
kommen, macht man sie am beste
stark, wie die Umfassungsmauern.

e. Scheidemauern,

welche keine Balken tragen, kö
zu einer freien Länge von 5,7 m mit
Stärke ausgeführt werden, sogar 2
schosse übereinander.

Die Thüröffnungen können entweder so gebildet werden, dafs man einfach die Öffnungen im Mauerwerk anlegt und mit einem 13/15 cm starken Eichenholz überdeckt, ferner einige Klötze einmauert zur Befestigung des Thürfutters und der Bekleidung, oder

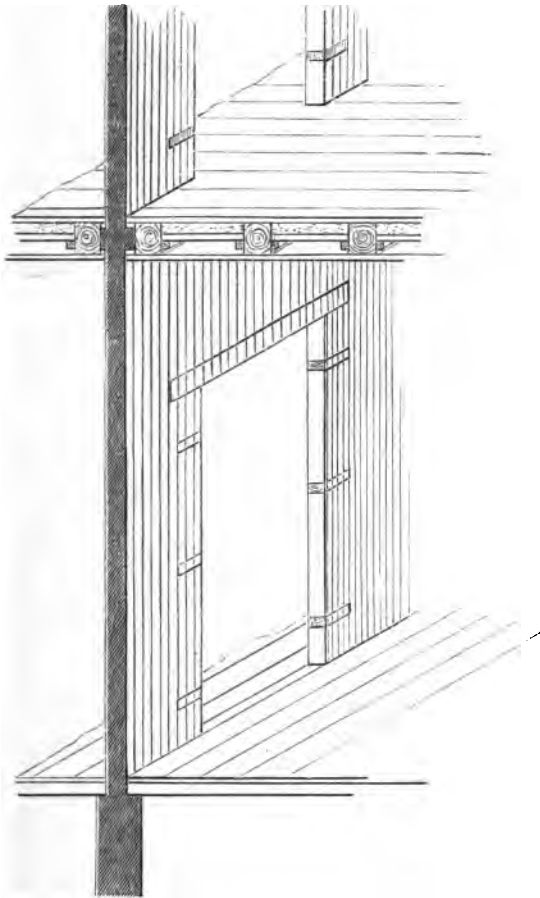


Fig. 22.

man setzt abgebundene Thürgerüste, deren Ständer zwischen 2 Halbholzbalken (oder auch Ganzholzbalken) fassen, welche 13 cm Zwischenraum haben und mit den Thürständern verbolzt werden. Die Thürständer des oberen Geschosses kommen stumpf auf die des unteren

Geschosses zu stehen (Fig. 21). Im ersten Falle legt man beiden Seiten der Scheidemauer liegenden Balken, welche vernü weise ebenso stark zu nehmen sind, als die übrigen Balke 0,26 m Zwischenraum, und macht die Mauer zwischen den einige Schichten hoch einen Stein stark, wodurch diesel dem Ausbiegen geschützt wird (Fig. 22).

f. Treppenhausmauern

müssen möglichst immer massiv angelegt werden, um bei I gefahr die Verbindung mit den oberen Geschossen möglichst zu erhalten. Innere Treppenhausmauern nicht unter 1 Stein bei massiven Treppen besser $1^1/_2$ Stein stark; wenn die u Geschosse stärkere Mauern erhalten, so mufs die Verstärkung ins Treppenhaus hineinragen; da die lichte Weite des letztere unten bis oben eine gleiche sein mufs. Äufsere Treppenhausn erhalten mindestens die mittlere Dicke der übrigen Umfas mauern.

g. Fachwände.

Nur in seltenen Fällen wird es zweckmäfsig sein, statt ma Mauern Fachwände anzuwenden.

Als Umfassungswände von Gebäuden ist die geringe Daue Holzwerks und der ungenügende Schutz gegen Schlagregen und ein Nachteil der Fachwände, welcher sofort in die Augen als Scheidewände konnten früher wohl die geringeren Kosten selben zur Anwendung bestimmen, welcher Grund jetzt längs fällig ist, indem eine Fachwand, der hohen Holzpreise wegen, überall teuerer sein wird, als eine massive Wand von $^1/_2$ Stein S

Bei geputzten und selbst bei tapezierten Fachwänden kan die Bemerkung machen, dafs das Holzwerk darin sich durch h Streifen, im Putz und in den Tapeten, in der Farbe, womi Wände gestrichen sind, bemerkbar macht, welches keineswegs aussieht. Aufserdem ist die Feuersgefahr bei Fachwänden gr als bei massiven.

Freilich kann Fachwerk aus kernigem Eichenholz, welche Dezember, oder allenfalls noch im Januar gefällt ist, aber auch solches, Jahrhunderte überdauern, dergleichen ist aber nirgends zu haben, da man die Eichen der Borke wegen im Frühling welches für die Dauer des Holzes die ungünstigste Zeit ist. ist aber auch das Eichenholz fast überall so teuer, dafs man einer Fachwand aus diesem Material eben so billig eine Mauer $1^1/_2$ Stein Dicke herstellen kann.

Einige Fälle, wo eine Anwendung von Umfassungswänden Fachwerk geboten erscheinen könnte, sind folgende:

1) Wenn auf ein vorhandenes Gebäude noch ein Stockwerk gesetzt werden soll und die Mauern zu schwach sind, um weitere massive Mauern zu tragen.

2) Wenn grofse Räume ohne Scheidewände und Mittelmauern, als Tanzsäle, Güterschuppen, Arbeitsschuppen u. s. w., verlangt werden und die Mittel zum Bau beschränkt sind.

3) Wenn Fabrikräume, worin starke Erschütterungen hervorbringende Maschinen arbeiten, mit verhältnismäfsig geringen Mitteln hergestellt werden sollen.

4) Wenn Gebäude nur für eine gewisse Zeit benutzt, und später wieder abgebrochen werden sollen.

Ein grofser Teil der Nachteile der Fachwände als Umfassungswände kann durch Behängen derselben mit Schiefer, Sandsteinplatten oder Dachziegeln aufgehoben werden, jedoch werden die Kosten derselben dadurch so erheblich vermehrt, dafs man dafür auch mindestens $1^1/_2$ Stein starke Ziegelmauern herstellen kann, welche doch eine architektonische Façadenbildung zulassen, was bei dem keineswegs schön aussehenden Behang nur in sehr beschränktem Mafse der Fall ist.

Ein Verputzen der Aufsenflächen von Fachwänden, mit Kalk- oder Cementmörtel, vermindert die Dauerhaftigkeit des Holzwerks, weil es die Austrocknung derselben verhindert, und giebt, da das Holzwerk sich im Putz, wie schon früher bemerkt, durch hellere Streifen bemerkbar macht, den Façaden ein ärmliches, dürftiges Aussehen, ist deshalb gänzlich zu verwerfen.

Ein Ölfarbenanstrich oder ein Teeranstrich verhindert ebenfalls und in noch höherem Mafse das Ausdünsten des Holzes und veranlafst baldiges inneres Faulwerden desselben. Ein einfaches Ölen des Holzes ist weniger schädlich.

Um Fachwänden im Erdgeschosse eine möglichst lange Dauer zu sichern, lege man die Schwellen mindestens 0,5 m über den Erdboden und verwende gutes Eichenholz dazu.

Man suche die im Mauerwerk unter der Schwelle aufsteigende Feuchtigkeit von letzterer durch eine Isolierschicht nahe unter derselben abzuhalten, teere allenfalls die untere Fläche der Schwelle und verlege dieselbe auf eine Ziegelschicht, welche nach aufsen bündig mit der Schwelle liegt (Fig. 23).

Soll das $^1/_2$ Stein starke Mauerwerk einer Fachwand bündig mit der Aufsenfläche des Holzwerks sein, so erhalten Schwellen, Ständer, Riegel, Streben und Rähme eine Dicke von 0,13 m, die Aufsenflächen dieser Hölzer können 13—16 cm Breite erhalten. Sind die Geschosse über 4 m hoch, oder sind schwere und stark belastete Balkenlagen vorhanden, so genügt die Stärke von 13 cm nicht, die Hölzer müssen entweder stärker genommen werden, oder es müssen

Doppelständer angewandt werden. Diese werden in Ent
von 2—3 m, etwa unter jedem Dachbinder angebracht (an de

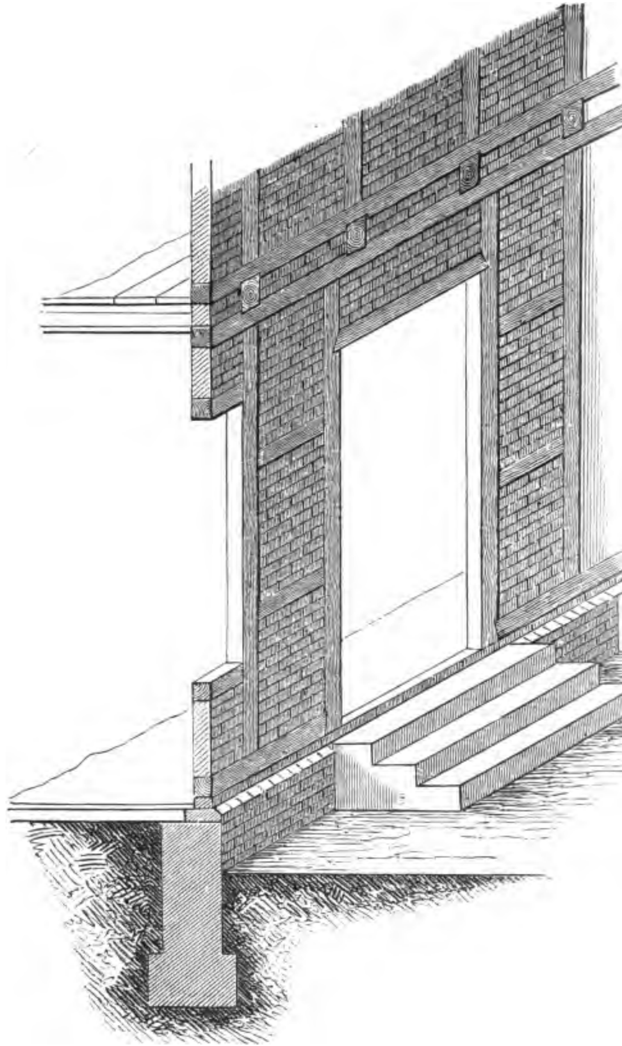


Fig. 23.

Wandfläche) und mit den Wandständern verbolzt. Man lä
wohl starke Hauptpfosten, auch bei mehrstöckigen Gebäude

die ganze Gebäudehöhe durchgehen, wenn nötig auch als Doppelpfosten. Die auszumauernden Wandfache sollten nicht über 1,25 m hoch und nicht über 1,20 m breit gemacht werden.

Sollen die Holzteile einer Fachwand nach aufsen gehobelt und gefas't werden, so müssen dieselben eine Dicke von mindestens 15 cm (in der Richtung der Wanddicke) haben.

Fachwände mit $^1/_2$ Stein starker Verblendung, wie sie an einigen Orten als Giebelmauern und Halbgeschofsmauern ausgeführt werden, sind unsolide und verwerfliche Konstruktionen, und es möchte wohl kaum ein Fall denkbar sein, wo sie 1 Stein starken massiven Mauern vorzuziehen wären.

So z. B. kann man die untere Dachpfette ebenso gut direkt auf eine 1 Stein starke Halbgeschofsmauer legen, als auf eingemauerte Trempelständer; die Zangen können dann die Bindesparren umfassen und mit der Pfette überschnitten werden, was einen bessern Dreiecksverband gibt, als wenn die Zangen die Trempel umfassen. Die massiven Giebelmauern lassen sich ebenso gut durch Anker mit dem Holzwerk des Daches verbinden, als eine verblendete Fachwand, und man kann bei ersterer noch beliebig Verstärkungspfeiler nach innen anbringen.

h. Turmmauern

können, wenn die Weite des Turmes nicht 3 m überschreitet und kein hohes Helmdach darauf kommt, im obern Geschosse 1 Stein stark gemacht werden. Man teilt den Turm in Stockwerke von 4—5 m und gibt jedem tiefer liegenden Stockwerk $^1/_2$ Stein stärkere Mauern. Türme mit hohem Helm oder massiver Turmpyramide, sowie solche, welche Glocken aufnehmen sollen, müssen viel stärkere Mauern erhalten, das obere Geschofs jedenfalls nicht unter $2^1/_2$ Stein.

i. Schornsteine in Wohngebäuden

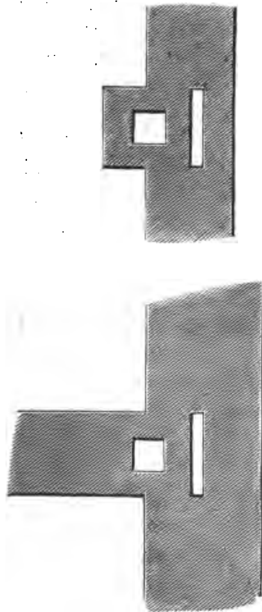
können enge, sogenannte russische Röhren, oder weite, besteigbare sein.

Die russischen Röhren, welche jetzt fast ausschliefslich zur Anwendung kommen, können einen kreisrunden, quadratischen oder rechteckigen Querschnitt haben, doch darf keine Seitenlänge oder Durchmesser des Querschnitts unter 0,13 m und über 0,25 m betragen, da sonst eine gründliche Reinigung mittels Kugel und Besen nicht möglich ist.

Über die Weite der russischen Rohre bestehen in allen Staaten gesetzliche Vorschriften, die aber nicht überall dieselben sind.

Ein gewöhnlicher Zimmerofen erfordert zur Abführung
Feuerungsprodukte etwa 0,0085 qm oder 85 qcm Querschn
Rauchrohrs, es würde deshalb ein russisches Rohr von 16 ×
Querschnitt $\frac{16 \cdot 21}{85} = 4$ Zimmeröfen aufnehmen können. Be
es jedoch, weniger Öfen in ein Rohr münden zu lassen, am
wäre es, wenn jeder Ofen sein besonderes Rohr hätte, wa
zu kostspielig und platzraubend sein würde.

Es dürfen aber niemals aus verschiedenen Geschosser
rohre in dasselbe Schornsteinrohr geleitet werden.


Fig. 24.

Jedes russische Rohr muss unte
im Erdgeschosse oder Keller, und
möglichst nahe unterm Dache, eine e
Reinigungsthür haben.

Der bessern Warmhaltung wege
man so viele Rohre als möglich zusa
und bilde sogenannte Schornsteinka

Man vermeide soviel als möglic
Schornsteine in die Aufsenmauern zu
und wenn dies nicht zu umgehen ist, sc
man dieselben durch eine Isolierlufts
vor dem raschen Abkühlen (Fig. 24

Man führe die Schornsteine
destens 0,45 m höher als die Dac
und am besten aus der Dachfirst
hinaus, weil der im Dachraum lie
Teil nicht so rasch und gründlich abl
als der aufser dem Dach befindliche.
erwärmter Schornstein zieht nämlich b
als ein abgekühlter.

Ein Schornstein darf höchstens
einem Winkel von 45° zur Horizo
ebene geschleift werden, ein kleinere
nicht erlaubt. Das Schleifen darf nu
massiven Mauern oder auf massiven B
und Wangen geschehen, niemals auf I

Da, wo ein Schornstein eine andere Richtung annimmt,
allemal eine Reinigungsthür angebracht werden.

Vor jeder Reinigungsthür mufs ein Steinpflaster oder Eisenb
von 0,60 m Breite angebracht werden.

Die weiten besteigbaren Schornsteine müssen mindestens 0,
im Quadrat lichte Weite haben. Sie werden bei offenen H
feuerungen, bei Feuerungen zu technischen Zwecken, jedoch a
mitunter für grofse geschlossene Herde und Stubenfeuerungen benu

Wo sie nicht der Grösse der Feuerung wegen notwendig sind, ziehe man die russischen Rohre vor, weil sie leichter durchwärmt werden und daher besser ziehen.

Alle in Gebäuden liegende Schornsteine, weite sowohl als enge, erhalten $^1/_2$ Stein dicke Wandungen (aber auch nicht weniger). Alle Schornsteine müssen in gleicher Tiefe fundiert sein wie die anderen Mauern, dürfen also nicht etwa erst im zweiten Geschosse angelegt und auf Balken gestellt werden.

Die weiten Schornsteine, wenn sie nicht etwa über offenen Herden auf gewölbten Rauchmänteln ruhen, also ohnehin vom Herde aus zu besteigen sind, erhalten unten eine eiserne Reinigungsthür, welche so breit, als die lichte Weite des Schornsteins und etwa 0,75 m hoch ist.

k. Mauern aus Bruchsteinen.

Die bisherigen Angaben über Mauerstärken beziehen sich auf Mauerwerk aus gebrannten Ziegeln.

Will man statt der Ziegel lagerhafte Bruchsteine verwenden, so mufs man dasselbe, des weniger guten Verbandes wegen, durchgängig etwa um $^1/_3$ stärker als Ziegelmauerwerk anlegen, jedoch nicht unter 0,42 m. Für gewöhnliche Schornsteinröhren werden, selbst wenn die Mauern sonst aus Bruchsteinen bestehen, meistens Ziegel verwendet, welche dann mit dem Bruchsteinmauerwerk so gut als möglich in Verband gemauert werden.

l. Mauern aus Lehmsteinen.

Lehmsteine (ungebrannte Ziegel) werden wohl zur Ausmauerung innerer Fachwände, $^1/_2$ Stein stark, auch zu massiven Scheidemauern und Mittelmauern, doch nicht unter 1 Stein stark in eingeschossigen Gebäuden verwendet. Für mehrgeschossige Gebäude und starke Belastung durch Balkenlagen u. s. w. eignen sie sich nicht, ihrer geringen rückwirkenden Festigkeit wegen, und weil sich Lehmsteinmauern stark setzen.

Umfassungsmauern aus Lehmsteinen, welche mit gebrannten Ziegeln verblendet werden, kann man zu den unsolidesten und verwerflichsten Konstruktionen zählen. Da die Lehmsteinmauern sich mehr setzen, als die aus gebrannten Ziegeln, so erhalten diese Mauern schon nach kurzer Zeit eine Ausbauchung nach aussen, welche, da das Setzen der Lehmsteinmauern, besonders als Aufsenmauern, die bald feucht, bald trocken werden, jahrelang anhält, oder wohl nie aufhört, zunimmt bis der Einsturz erfolgt, oder die Mauern abgebrochen werden müssen.

Etwas besser und dauerhafter werden solche Mauern, wei dieselben nicht nur verblendet, sondern mehrfach, etwa in 1- Entfernung, jedenfalls aber bei jedem Fensterpfeiler, die gebr Steine pfeilerartig, aber in Verband mit den Lehmsteinen dur ganze Mauerdicke läfst. Fig. 25 ze: innere Ansicht ein chen Mauer, wob gebrannten Steine : firt sind. Der Blc band eignet sich am hierzu.

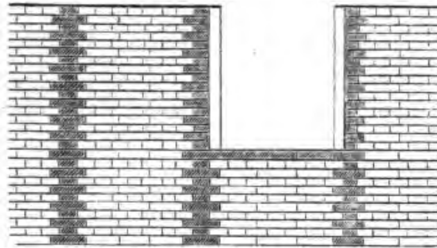


Fig. 25.

Lehmmauern r in Lehmmörtel mauert und mit L mörtel im Innern putzt werden.

Bei Lehmsteinmauern mit Backsteinverblendung müssen die Backsteine in Lehmmörtel gemauert werden, weil ar falls das Setzen noch ungleichmäfsiger ausfallen würde.

m. Pisémauern

aus gestampfter Erde können nur für untergeordnete eingesch(Gebäude, als Ställe, Scheunen u. s. w., angewandt werden. Mar wendet dazu thonige, nicht zu fette, aber auch nicht zu magere arten, welche gleich nach dem Aufgraben, ehe sie die natür Erdfeuchtigkeit verlieren, in Lagen von 10 cm zwischen die (Zangen zusammengehaltenen Bohlenwände gebracht und festgest: werden.

Es soll sich empfehlen, auf dem Fundament und auf jede: stampften Schicht, ehe eine neue begonnen wird, einen schn Streifen von gutem Kalkmörtel zu beiden Seiten der Schicht : bringen, auch etwa kleine Ziegelstücke hineinzudrücken, damit ein Kalkbewurf auf den Mauerflächen anbringen lasse, was : ganz unmöglich ist. Andere empfehlen, jede gestampfte Erdscl mit einer Lage in schräger Richtung nebeneinander liegender dü Reiser abzudecken.

Da jede Feuchtigkeit zerstörend auf solche Mauern wirkt müssen dieselben einen mindestens 0,60 m hohen steinernen oder b steinernen Sockel erhalten, welcher durch eine Isolierschicht abgedeck Ebenfalls müssen weit überstehende Dächer den Schlagregen abha:

Da eine irgendwie bedeutende Belastung den Erdpisémar nicht zugemuthet werden darf, so ist es besser, Balkenlagen

Dachwerk durch besondere, an der Innenseite der Mauern frei stehende Ständer zu unterstützen. Erdpisémauern müssen mindestens 0,40 m stark sein, und können nicht wohl über 3 m hoch aufgeführt werden. Thür- und Fensteröffnungen werden am besten durch gleich mit eingestampfte Block- oder Kreuzholzzargen ausgespart.

Pisémauern aus Kalk und Sand sind den Erd- oder Lehmpisémauern weit vorzuziehen. Es ist hierzu jeder sonst brauchbare Kalk und jeder reine Sand zu verwenden, doch ist eine Mischung von grobem und feinem Sande am besten. Der Sand darf vor allen Dingen nicht thonhaltig sein, während eisenhaltiger Sand brauchbar ist.

Zu 10 Teilen Sand braucht man etwa 1 Teil gelöschten Kalk. Man kann das Mischungsverhältnis am besten ermitteln, wenn man ein Gefäfs, dessen Rauminhalt bekannt ist, mit Sand anfüllt und dann so viel Wasser hinzugiefst, als einzieht ohne über dem Sande stehen zu bleiben; so viel Wasser man hinzugegossen hat, so viel Kalk gebraucht man, da der Kalk ebenfalls nur die Aufgabe hat, die Zwischenräume der Sandkörner auszufüllen.

Der Kalksand bildet nach der Mischung eine lose Masse, im Aussehen wenig verschieden vom reinen Sande; er wird ebenfalls in Schichten aufgebracht und festgestampft. Die Thür- und Fensteröffnungen können entweder, wie beim Erdpisé, durch eingesetzte Blockzargen gebildet werden, oder eine Einfassung von Mauersteinen, welche natürlich auch schichtweise beim Einstampfen höher geführt werden müssen, erhalten, oder es werden diese Öffnungen durch trocken aufgesetzte Ziegel dargestellt, welche, nachdem das Mauerwerk fertig ist, wieder herausgenommen werden.

Man mufs immer nur so viel Kalksand anmischen, als am selben Tage verbraucht wird.

Das Einstampfen von reinen Stein- und Ziegelbrocken ist erlaubt.

Die Mauern erhalten einen gemauerten Sockel, und werden ebenso stark gemacht als Ziegelmauern. Man kann zweigeschossige Gebäude damit herstellen, doch mufs vor Aufbringung der Balkenlagen erst eine genügende Erhärtung der Mauern eingetreten sein.

Die Mauern können, ehe sie ganz erhärtet sind, mit einem Reibbrett glatt gerieben und nach der Erhärtung weifs oder mit irgend einer Farbe getüncht werden.

Die Erhärtung dieser Mauern nimmt jahrelang immer noch zu. Die Kosten derselben stellen sich wohl überall etwas billiger als die der Ziegelmauern.

Über den Bau von Häusern aus Cementkonkret wird später in einem besonderen Kapitel näher eingegangen werden, da es nicht ratsam erscheint, diese in neuerer Zeit mehr und mehr in Aufnahme kommende Bauart in den verschiedenen Kapiteln über Mauern, Gewölbe u. s. w. getrennt zu besprechen.

Mörtel.

Die Aufgabe des Mörtels ist bei gewöhnlichem Mauerwe
Ziegeln oder Bruchsteinen, die einzelnen Steine zu einem Gan
verbinden, sodafs bei Untersuchungen über die Stabilität einer
diese als ein einziger, gleichmäfsig fester Körper zu betracht

Von einem guten Mörtel mufs also verlangt werden, d
die Festigkeit eines Ziegels erreiche und dafs er sich so mi
Ziegel verbinde, dafs eine reine Loslösung des erhärteten M
vom Ziegel auf mechanischem Wege, also durch Druck, Stofs
Schub, nicht möglich sei.

Der am meisten gebräuchliche Mörtel besteht aus einer Mis
von gelöschtem Kalk und Sand, und ist zu einem guten Mört
scharfer nicht zu feiner Sand ohne fremde Beimischungen dur
erforderlich. Ein lehm- oder thonhaltiger Sand ist am weni
tauglich. Auch darf der Sand keine Salzteile enthalten, wie
der Meeressand, weil dadurch Mauerfrafs erzeugt wird.

Je nachdem der gelöschte Kalk fett oder mager ist,
1 Teil Kalk mit 3 oder 2 Teilen Sand vermischt.

Der Mörtel zu Fundamenten erhält, damit er leichter austroc
mehr Sandzusatz, als der zu den Geschofsmauern. Der zum Wand
zu verwendende Mörtel erhält feineren Sand, als der zum Ma
bestimmte. Ein Zusatz von Cement zum Kalkmörtel befördert
Erhärtung desselben und macht den Mörtel hydraulisch, sodafs er a
unter Wasser erhärtet. Mischt man statt des Sandes Trafs mit
gelöschten Ätzkalk, so erhält man ebenfalls hydraulischen Mör

Reiner Portland-Cement mit Sand, im Verhältnis von 1 : 2
1 : 3 vermischt, gibt einen rasch erhärtenden hydraulischen Mör

Es gibt auch natürlichen hydraulischen Kalk (Wasserkal
welcher weniger fett ist, als der Ätzkalk, langsam löscht und wenig
Sandzusatz verträgt.

Statt des Sandes kann man dem Kalke auch Ziegelmehl (a
vollgebrannten Ziegeln), gestampfte Eisenschlacken und gestampf
Steinkohlenschlacken beimischen, wodurch derselbe ebenfalls me
oder minder hydraulische Eigenschaften erhält.

Eine Verwendung von Asche statt des Sandes ist nicht z
empfehlen, da diese nach neueren Erfahrungen die Schwammbildun
befördert.

Um die verschiedenen Mörtelarten zweckmäfsig zu verwende
beachte man nachstehende Anleitung.

Alles sehr dicke Mauerwerk, sowie solches, welches im Wasse
steht, oder der Erdfeuchtigkeit besonders ausgesetzt ist, als Funda-
ment- und Kellermauern, führe man mit hydraulischem Mörtel auf.

Geschofsmauern, innere und äufsere, können sowohl mit gewöhnlichem Kalkmörtel (Luftmörtel), als auch mit hydraulischem Mörtel hergestellt werden.

Façadenputz, äufsere Gesimse, Thür- und Fenstereinfassungen sind entweder mit Cementmörtel, oder einer Mischung von Kalk- und Cementmörtel, oder auch wohl mit einem guten natürlichen Wasserkalk (natürlich mit Sand gemischt) herzustellen.

Das Ausfugen von Backstein-, Bruchstein oder Quadermauern geschehe entweder mit reinem Portland-Cement ohne Sandzusatz, oder mit 1 Teil Sand und 1 Teil Cement, oder mit 1 Teil Cement, 1 Teil Kalk und 2—3 Teilen Sand.

Ein Zusatz von Englisch-Rot gibt dem Fugenmörtel eine ziegelähnliche Farbe.

Ein Zusatz von *Caput mortuum* (Totenkopf) erzeugt eine bräunliche Farbe.

Ein Zusatz von zerstofsener Holzkohle gibt eine schiefergraue Färbung.

Innerer Wandputz wird erst mit gewöhnlichem Mörtel mit gröberem Sande gemischt beworfen, dann mit solchem mit feinerem Sande abgerieben. Soll der Putz ein feineres Aussehen haben, so gebe man dem Putzmörtel einen Gipszusatz. Besonders zum Deckenputz bestimmter Kalkmörtel erhält einen Gipszusatz; doch kann man auch reinen Gips zu Wand- und Deckenputz verwenden.

Lehmmörtel, bestehend aus fettem Lehm, welcher mit Wasser angerührt ist, dient zum Vermauern von Lehmsteinen, und bei Feuerungsanlagen zum Vermauern von Backsteinen, weil er dem Feuer besser widersteht, als ein anderer Mörtel. Kleinere Backsteingebäude werden oft ganz in Lehm gemauert, was aber durchaus nicht zu empfehlen ist, weil er sich mit den Backsteinen nur in geringem Mafse verbindet. Besonders sollte der Lehmmörtel bei Umfassungsmauern aus Backsteinen oder gar aus Bruchsteinen niemals zur Verwendung kommen, weil er durch das abwechselnde Feucht- und Trockenwerden seine Bindekraft vollständig verliert und nebenbei die Schwammbildung befördert.

Lehmputz sollte ebenfalls nur auf inneren Lehmsteinwänden angewandt werden, auf welchen ein Kalkputz doch nicht hält. Er läfst sich jedoch auch auf Backsteinmauern (natürlich nur im Innern) anwenden, bleibt aber stets so weich und mürbe, dafs die geringste Berührung mit Möbeln u. s. w. gleich Löcher hervorbringt. Der zum Wandputz bestimmte Lehm darf nicht allzufett sein, weil er sonst leicht rissig wird; derselbe wird, um ein besseres Zusammenhalten zu bewirken, mit gehacktem Stroh, Spreu oder Flachsabfall (Schäbe) vermischt.

Isolierung.

Von wesentlichem Einflusse auf die Dauer und Benutz jedes Gebäudes ist der Schutz desselben gegen das Wasser ur sowohl gegen das Grundwasser, als auch gegen die atmosphä: Niederschläge.

Das in die Mauern eingedrungene Wasser befördert den I frafs und die Schwammbildung, zerstört die Wanddekoratione Möbel und schädigt durch die hierdurch bewirkte Ausdünstu hohem Grade die Gesundheit der Bewohner.*

Es ist deshalb eine der ersten Aufgaben des Technikers Gebäude gegen die Feuchtigkeit zu schützen.

Die schlimmste Feuchtigkeitsursache ist das Grundwasser, we von unten oder auch seitlich in die Fundament- und Kellerm: eindringt und in diesen in die Höhe steigt.

Man mufs deshalb den höchsten Stand des Grundwa spiegels vorher ermitteln, um bei Neubauten die richtigen beugungsmafsregeln treffen oder bei vorhandenen Gebäuden Fehler abhelfen zu können.

Liegt der höchste Grundwasserspiegel tiefer, als die Fundam sohle, und kann das Regenwasser gut abgeleitet werden, so sind sondere Mafsregeln zur Trockenhaltung der Keller- und Fundam mauern nicht gerade notwendig.

Will man die Geschofsmauern gegen die nach anhalten Regen vorkommende Durchfeuchtung des Erdbodens, welche auch die Keller- resp. Sockelmauern dringt, schützen, so bringe man den Sockelmauern eine Isolierschicht an, etwa 0,30 m über der E oberfläche, aber wenn möglich unterhalb der Unterfläche des Fu bodens incl. etwaiger Lagerhölzer.

Diese Isolierschicht kann in diesem Falle, wo der Wass andrang nur ein sehr geringer ist, aus einer Mischung von Stei kohlenteer und an der Luft zerfallenem Kalk bestehen.

Der Teer wird in einem Gefäfse über dem Feuer erhitzt u mit so viel Kalkmehl unter stetigem Umrühren vermischt, dafs e ziemlich steifer Brei entsteht, der nun im heifsen Zustande in etw 1—1 $^1/_2$ cm dicker Lage auf die abzudeckende Mauer gebracht wir

---

* Uber die hygieinischen Anforderungen bei der Anlage neuer un der Verbesserung vorhandener Wohnungen bringt mein bei J. F. Bergman in Wiesbaden erschienenes kleines Buch: „Die Verbesserung unsere Wohnungen nach den Grundsätzen der Gesundheitslehre", mit einem Vor worte vom Sanitätsrat Dr. Paul Niemeyer, die nötigen Aufschlüsse. (Preis 2 M.

D. Verf.

Statt des Kalkmehles kann man auch Cement mit dem Teer vermischen.

Eine Lage gut geteerter Dachpappe mit 5 cm breiter Überdeckung an den Stofsfugen thut dieselben Dienste. Dieselbe wird auf eine Mörtelschicht verlegt und mit einer Mörtelschicht abgedeckt.

Wenn der höchste Grundwasserspiegel zwar die Fundamente, aber nicht den Kellerfufsboden erreicht, so ist eine Isolierschicht anzubringen, die etwas höher als der höchste Grundwasserspiegel, aber tiefer, als der Kellerfufsboden liegt.

Diese Isolierschicht ist am besten aus Asphaltplatten* herzustellen, welche mit 5 cm breiter Überdeckung an den Stofsfugen auf die abzudeckende Mauer gelegt werden. Die Asphaltplatten müssen die Breite der Mauer haben und können an den Stellen, wo sie einander überdecken, mit heifsem Asphalt zusammengeklebt werden.

Liegt der Grundwasserspiegel so hoch oder höher, als der Kellerfufsboden, so mufs bei trockener Jahreszeit, wenn der Grundwasserspiegel am tiefsten steht, eine Asphaltplattenlage über den ganzen, vorher geebneten und festgestampften Baugrund und über die etwa tiefer hinabreichenden Fundamente hinweg ausgebreitet werden.

Natürlich ist hier die gröfste Vorsicht und Gewissenhaftigkeit beim Verlegen und Überdecken der Stofsfugen notwendig, da die kleinste Undichtigkeit der Isolierschicht die ganze Arbeit unnütz machen würde.

Nachdem die Asphaltplatten an den 7—10 cm breiten Überdeckungen durch heifsen Asphalt zusammengeklebt sind, werden die Überdeckungen mit trockenem Sande bestreut und mittels eines 6—8 kg schweren, an eiserner Stange befestigten warmen Eisens gebügelt, damit die Verbindung der Platten untereinander eine feste werde.

Auch die Aufsenseiten der Umfassungsmauern müssen soweit sie dem Grundwasser zugänglich sind und besser noch bis nahe zur Erdoberfläche mit flüssig gemachtem Asphalt angestrichen oder mit Asphaltmörtel verputzt werden. Die Mauerflächen müssen vorher mittels davor gestellter eiserner Körbe voll glühenden Coaks getrocknet und angewärmt werden, weil sonst der Asphalt nicht haftet. Natürlich mufs sich die lotrechte Asphaltschicht mit der horizontalen verbinden. Der Fufsboden darf nicht direkt auf die Asphaltplatten gelegt, sondern mufs durch eine Sandschicht von diesen getrennt werden.

Statt der Asphaltplatten kann man auch eine $1^1/_2$—2 cm starke Schicht von Asphaltmörtel anwenden, welcher aus einer Mischung

---

* Zu beziehen von Büscher und Hoffmann in Eberswalde.

von 5 Gewichtsteilen Asphalt, 1 Gewichtsteil heifsem Steinkc
und 2 Gewichtsteilen Sand besteht.

Wenn der höchste Grundwasserspiegel wesentlicl
liegt, als der Kellerfufsboden, so wird das Grundwasse
einen so bedeutenden Druck von unten nach oben auf de
ausüben, dafs derselbe gehoben und die Isolierschicht zerstö
In diesen
ist es notwend
weder eine
(60—80 cm)
schicht über de
zen Baugrund
breiten und di
lierschicht übe
ser anzubringe
umgekehrte Ge
deren Scheitel
nach unten
zwischen die Ma
zu spannen unc
Isolierschicht u
oder über dem
wölbe anzubrin
Das Anbringen
Isolierschicht u
dem Gewölbe hat
Nachteil, dafs
selbe leicht beim E
wölben beschäd
wird. Bei Anbring
derselben über d
Gewölbe mufs ei
darauf gebrach
nicht zu dünne San
lage sie vor dem H
ben durch das Grun
wasser schützen.

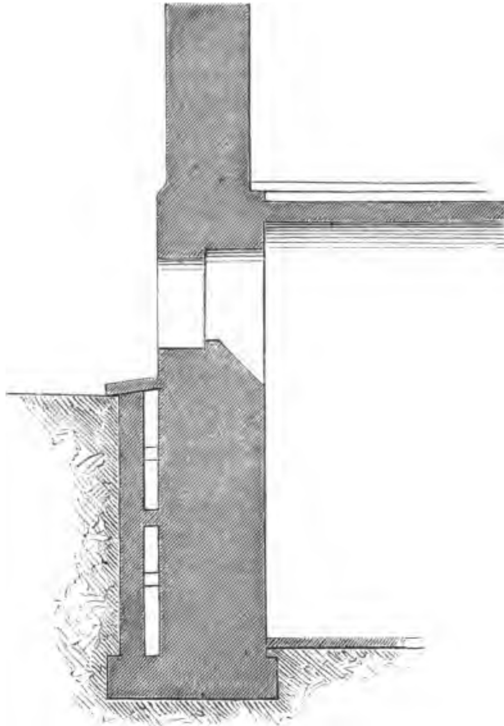


Fig. 26.

Das vom Grundwasser berührte Mauerwerk darf nur in hydrau
lischem Mörtel hergestellt werden.

Wenn eine seitliche Durchnässung der Kellermauer
nicht vom Grundwasser, sondern nur vom einsickernden Regenwasse
herrührt, so genügt meistens schon die Aufführung einer $^1/_2$ Stein starken
bis zur Erdoberfläche reichenden, durch Platten abgedeckten Mauer
in einer Entfernung von 8—12 cm von den Kellerumfassungen (Fig. 26),

welche mit der Kellermauer durch Bindersteine, deren Köpfe in heifsen Steinkohlenteer getaucht sind, hin und wieder verbunden ist. Diese Mauer mufs aus hart gebrannten Ziegeln oder Klinkern bestehen und in Cementmörtel aufgeführt werden.



Fig. 27.

Gegen die Durchnässung der Mauern durch den Regenschlag ist die Anbringung von Isolierluftschichten (Hohlräumen) in den Umfassungsmauern zu empfehlen. Man sollte bei allen Gebäuden wenigstens diejenigen Umfassungsmauern, welche dem Südwest-, West- und Nordwestwinde ausgesetzt sind, mit solchen Hohlräumen versehen, weil diese Winde den meisten Regen bringen und denselben oft mit solcher nachhaltigen Gewalt gegen die Mauern treiben, dafs sogar solche von $2\,^1/_2$ Stein Stärke völlig durchnäfst werden.

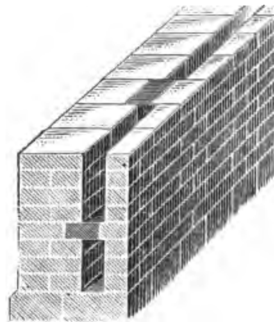


Fig. 28.

Alle sogenannten wasserdichten Anstriche haben bisher wenig Erfolg gehabt und verhindern nur die für die Gesundheit der Bewohner so sehr nötige Porenventilation der Wände.

Die Isolierluftschichten erhält man in der Weise, dafs man auf gemeinsamen Fundamentmauern zwei Mauern in einer Entfernung von 6—14 cm voneinander aufführt und etwa in jeder vierten Schicht durch Bindersteine, deren in der äufseren Mauer liegende Köpfe in heifsen Steinkohlenteer getaucht sind, miteinander verbindet.

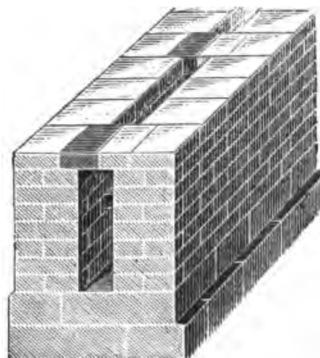


Fig. 29.

Die Fig. 27 zeigt die Konstruktion einer Mauer mit Isolierluftschicht bei einer Stärke der einzelnen Mauern von $^1/_2$ Stein, welche als Umfassungsmauern für kleinere $1\,^1/_2$geschossige Gebäude vollkommen ausreichend sind.

In Fig. 28 ist die eine Mauer $^1/_2$, die andere 1 Ste
für zweigeschossige Gebäude von nicht zu grofsen Geschofsh
beide Geschosse ausreichend. Man kann hierbei die dünner
entweder nach innen oder nach aufsen legen. Bei Frontmau
durch Balkenlagen stark belastet sind, wird man am bes
dickere Mauer nach innen anordnen.

In Fig. 29 sind beide Mauern 1 Stein stark und für d
geschofs dreigeschossiger, sowie für die beiden unteren Ge
viergeschossiger Gebäude von genügender Stärke. Die Her
von Isolierluftschichten von 14 cm Breite ist schon bei de
fassungsmauern beschrieben worden.

Bei Fachwerkswänden kann man die nötige Isolierung en
durch einen Behang von Schiefer- oder Sandsteinplatten ode
Dachziegeln herstellen, oder man führt an der inneren Sei
Fachwand in einer Entfernung von 6—8 cm eine massive, $^1/$
starke Mauer auf, welche man durch in Teer getauchte Binde
mit der Ausmauerung der Fachwand verbindet. Es ist beim M
stets darauf zu achten, dafs kein Mörtel in die Hohlräume
wodurch diese zum Teil ausgefüllt werden könnten.

Gewölbe und deren Widerlager.

Da wir die verschiedenen Formen der Gewölbe als bel
voraussetzen müssen, so unterlassen wir eine nähere Beschrei
der einzelnen Formen, Austragungen von Bögen, Graten u. s. v

Wir unterscheiden vorläufig die Gewölbe in solche, w
Maueröffnungen abdecken (Bögen), und in solche, welche von Ma
umschlossene Räume überspannen.

Die Mauerbögen können die Form eines Halbkreises,
Spitzbogens, eines Segmentbogens, eines gedrückten (elliptischen
Korb-)Bogens und einer geraden Linie (scheitrechter Bogen) ha

Vergleicht man die Tragfähigkeit der verschiedenen Bogenfor
bei gleicher Spannweite, so wird man finden, dafs die Bögen un
tragfähiger sind, je gröfser ihre Pfeilhöhe ist, natürlich bei glei
Bogenstärke. Eine Ausnahme von dieser Regel macht der gedrü
Bogen, der weniger tragfähig ist, als ein Segmentbogen von glei
Spannweite und Pfeilhöhe.

Die Stärke der Bögen ist abhängig von der Form dersel
und von der Belastung, bestehend aus dem Eigengewicht und
sogenannten Nutzlast, d. h. der Last, welche der Bogen auf
seinem Eigengewicht zu tragen hat.

Ein Bogen darf nicht weniger als $^1/_{17}$ seiner Spannweite zur Breite oder Tiefe haben.

Um bei geringstem Materialverbrauch die gröfste Tragfähigkeit von Bögen und Gewölben zu erzielen, mufs die Dicke derselben vom Schlufsstein an nach den Widerlagern hin zunehmen.

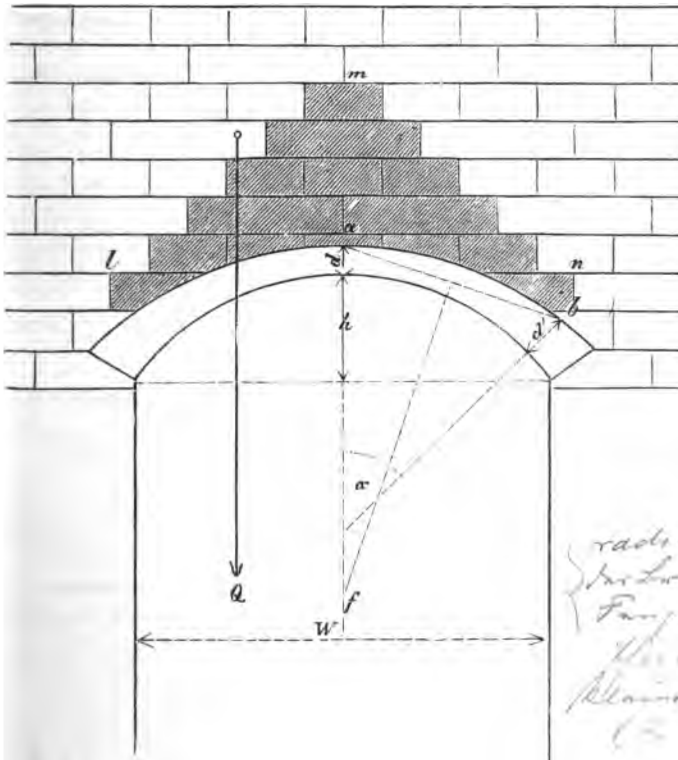


Fig. 30.

Man findet die Stärke d' des Gewölbes an einem beliebigen Punkte zwischen Scheitel und Widerlager, wenn man die Schlufssteinstärke d durch den Cosinus des Centriwinkels dividirt, welcher von den Radien gebildet wird, die durch den Scheitel und den Punkt des Gewölbes, dessen Stärke man sucht, gehen.

So z. B. ist in Fig. 30 $d' = \frac{d}{\cos \alpha}$.

Um nun auch den Rücken des Bogens als Kreisbogen bilden zu können, ist in nachfolgenden Tabellen die Bogenstärke in der Richtung eines Radius, welcher unter einem Winkel von 45° zur Horizontalen steht, angegeben (Fig. 30).

Der Mittelpunkt dieses oberen Kreisbogens ist also dadurch zu finden, dafs man in der Mitte der Sehne ab ein Lot errichtet, welches die durch den Mittelpunkt des Bogens gehende Lotlinie in dem Punkte f schneidet; dieser Punkt f ist der Mittelpunkt für den Bogenrücken.

Die in nachfolgenden Tabellen angegebene Schlufssteinstärke d ist gefunden nach der Schwarz'schen Formel

$$d = 0{,}20 + \frac{1}{21000} \cdot \frac{QW}{kh} \text{ Meter},$$

wobei Q das Gewicht der Gewölbehälfte nebst der darauf ruhenden Belastung auf 1 m Gewölbetiefe, W die Spannweite, h die Pfeilhöhe des Gewölbes, k der Festigkeitskoefficient des Materials ist.

Tabelle Nr. 3.

Bogenstärken für aus gutem Sandstein in Quadern hergestellte Mauerbögen mit grofser Belastung. Gewicht des Sandsteins pro Kubikmeter = 2300 kg, Sicherheitskoefficient $k = 30$.

Formel: Schlufssteinhöhe $d = 0{,}20 + \frac{1}{21000} \frac{QW}{kh}$; $d' = \frac{d}{\cos \alpha}$.

Spannweite in Metern.	Halbkreisbogen.		Pfeilhöhe = 1/3 der Spannweite.		Pfeilhöhe = 1/4 der Spannweite.		Pfeilhöhe = 1/5 der Spannweite.		Pfeilhöhe = 1/6 der Spannweite.		Pfeilhöhe = 1/7 der Spannweite.		Pfeilhöhe = 1/8 der Spannweite.	
	Schlufssteinhöhe.	Bogenstärke unter 45°.	Schlufssteinhöhe.	Bogenstärke unter 45°.	Schlufssteinhöhe.	Bogenstärke unter 45°.	Schlufssteinhöhe.	Bogenstärke am Widerlager.	Schlufssteinhöhe.	Bogenstärke am Widerlager.	Schlufssteinhöhe.	Bogenstärke am Widerlager.	Schlufssteinhöhe.	Bogenstärke am Widerlager.
2,0	0,22	0,31	0,22	0,31	0,23	0,32	0,24	0,34	0,24	0,33	0,25	0,30	0,26	0,32
3,0	0,24	0,34	0,25	0,35	0,27	0,39	0,28	0,40	0,30	0,40	0,32	0,38	0,33	0,38
4,0	0,28	0,40	0,29	0,41	0,31	0,44	0,34	0,48	0,37	0,49	0,40	0,48	0,43	0,50
5,0	0,33	0,46	0,34	0,48	0,38	0,53	0,43	0,60	0,47	0,62	0,52	0,62	0,56	0,65
6,0	0,38	0,53	0,39	0,55	0,46	0,65	0,51	0,71	0,60	0,80	0,66	0,79	0,72	0,84
7,0	0,45	0,63	0,47	0,66	0,56	0,80	0,65	0,94	0,74	0,98	0,83	1,00	0,91	1,05
8,0	0,53	0,75	0,55	0,77	0,67	0,94	0,78	1,10	0,90	1,20	1,02	1,22	1,13	1,31

In obiger Tabelle, welche für solche Bögen berechnet ist, über welchen ein hohes massives Mauerwerk aus Sandstein aufgeführt ist, ist als Belastung, incl. Eigengewicht, das Gewicht eines Mauerkörpers angenommen, dessen Aufsenfläche ein Quadrat mit einer Seitenlänge gleich der Spannweite des Bogens bildet und dessen Dicke gleich der Tiefe des Bogens ist.

Da nun beim Einsturze eines in der Mauer liegenden Bogens nicht der ganze über dem Bogen liegende Mauerteil nachstürzen wird, sondern nur ein Mauerdreieck, wie es durch die Abstufung der Fugen gebildet wird, z. B. in Fig. 30 der schraffierte Teil *l m n*, so kann man annehmen, dafs eigentlich nur dieser Teil den Bogen belastet. Hierzu käme noch die Belastung durch Balkenlagen.

Mit Rücksicht hierauf kann man die in obiger Tabelle angegebenen Bogenstärken, als für die gröfsten im Hochbau vorkommenden Belastungen ausreichend, annehmen.

Tabelle Nr. 4.

Bogenstärken für Mauerbögen aus Sandsteinquadern für gewöhnliche im Hochbau vorkommende Belastungen.

Spannweite in Metern.	Halbkreisbogen.		Pfeilhöhe = 1/3 der Spannweite.		Pfeilhöhe = 1/4 der Spannweite.		Pfeilhöhe = 1/5 der Spannweite.		Pfeilhöhe = 1/6 der Spannweite.		Pfeilhöhe = 1/7 der Spannweite.		Pfeilhöhe = 1/8 der Spannweite.	
	Schlufssteinhöhe.	Bogenstärke unter 45°.	Schlufssteinhöhe.	Bogenstärke unter 45°.	Schlufssteinhöhe.	Bogenstärke unter 45°.	Schlufssteinhöhe.	Bogenstärke am Widerlager.	Schlufssteinhöhe.	Bogenstärke am Widerlager.	Schlufssteinhöhe.	Bogenstärke am Widerlager.	Schlufssteinhöhe.	Bogenstärke am Widerlager.
2,0	0,21	0,30	0,21	0,30	0,21	0,30	0,22	0,31	0,22	0,29	0,23	0,28	0,23	0,27
3,0	0,22	0,31	0,22	0,31	0,23	0,32	0,24	0,34	0,25	0,33	0,26	0,31	0,27	0,31
4,0	0,23	0,32	0,24	0,34	0,26	0,37	0,27	0,39	0,29	0,39	0,30	0,36	0,31	0,36
5,0	0,26	0,37	0,27	0,39	0,29	0,41	0,31	0,44	0,33	0,44	0,36	0,43	0,38	0,44
6,0	0,29	0,41	0,30	0,42	0,33	0,46	0,36	0,51	0,40	0,53	0,43	0,52	0,46	0,53
7,0	0,33	0,46	0,34	0,48	0,38	0,53	0,42	0,60	0,47	0,62	0,51	0,61	0,56	0,65
8,0	0,37	0,52	0,38	0,53	0,43	0,60	0,49	0,70	0,55	0,73	0,61	0,73	0,67	0,78

In dieser Tabelle ist die Belastung um die Hälfte geringer angenommen, als in der vorigen, dennoch dürften die angegebenen Stärken für die bei Wohnhäusern und ähnlichen Gebäuden vorkommenden Belastungen durch Mauerwerk und Balkenlagen vollständig hinreichend sein, besonders da der Koefficient auf zehnfache Sicherheit basirt ist.

Will man den Bögen eine überall gleichmäfsige. Stärke ge
so kann man bei geringeren Belastungen, gerade bei Mauerbö
weil eine vollständige zusammenhängende Hinter- und Übermauei
stattfindet, also ein Ausweichen der unteren Bogenteile nicht mög
ist, die Schlufssteinstärke als durchgehende Bogenstärke
nehmen. Bei stärkeren Belastungen nehme man die unter 45° an
gebene Stärke als durchgehende Bogenstärke an.

Für Spitzbögen nehme man eine durchgehende Stärke, gle
der Schlufssteinstärke des Halbkreisbogens von gleicher Spannwe

Für gedrückte Bögen von $^1/_4$ der Spannweite als Pfeilhöhe l
man die Stärken der Segmentbögen mit $^1/_5$ Pfeil zu Grunde.

Tabelle Nr. 5.

Stärke von Mauerbögen aus gut gebrannten Ziegeln für mittler
Belastungen.

Spannweite in Metern.	Halbkreis-bogen.		Pfeilhöhe = $^1/_3$ der Spannweite.		Pfeilhöhe = $^1/_4$ der Spannweite.		Pfeilhöhe = $^1/_5$ der Spannweite.		Pfeilhöhe = $^1/_6$ der Spannweite.		Pfeilhöhe = $^1/_7$ der Spannweite.		Pfeilhöh = $^1/_8$ der Spann weite.	
	Schlufsstein-höhe.	Bogenstärke am Widerlager.	Schlufsstein-höhe.	Bogenstärke am Widerlager.	Schlufsstein-höhe.	Bogenstärke am Widerlager.	Schlufsstein-höhe.	Bogenstärke am Widerlager.	Schlufsstein-höhe.	Bogenstärke am Widerlager.	Schlufsstein-höhe.	Bogenstärke am Widerlager.	Schlufsstein-höhe.	Bogenstärke am Widerlager.
	Stein	Stein	Stein	Stein	Stein	Stein	Stein	Stein	Stein	Stein	Stein	Stein	Stein	Stein
2,0	1	1	1	$1^1/_2$	1	$1^1/_2$	1	$1^1/_2$	1	$1^1/_2$	1	$1^1/_2$	1	$1^1/_2$
3,0	1	$1^1/_2$	1	$1^1/_2$	1	$1^1/_2$	1	$1^1/_2$	1	$1^1/_2$	1	$1^1/_2$	1	$1^1/_2$
4,0	1	$1^1/_2$	1	$1^1/_2$	1	$1^1/_2$	1	$1^1/_2$	$1^1/_2$	$1^1/_2$	$1^1/_2$	$1^1/_2$	$1^1/_2$	$1^1/_2$
5,0	1	2	1	2	$1^1/_2$	2	$1^1/_2$	2	$1^1/_2$	2	$1^1/_2$	2	$1^1/_2$	2
6,0	$1^1/_2$	2	$1^1/_2$	2	$1^1/_2$	2	$1^1/_2$	2	2	2	2	2	2	$2^1/_2$
7,0	$1^1/_2$	2	$1^1/_2$	2	$1^1/_2$	$2^1/_2$	2	$2^1/_2$	2	$2^1/_2$	2	$2^1/_2$	$2^1/_2$	$2^1/_2$
8,0	$1^1/_2$	$2^1/_2$	$1^1/_2$	$2^1/_2$	2	$2^1/_2$	2	3	$2^1/_2$	3	$2^1/_2$	3	$2^1/_2$	3

Hier ist bei bedeutender Belastung die Stärke um $^1/_2$ Stein gröfser anzunehmen, es empfiehlt sich auch bei den gröfseren Spannweiten die Bögen in Cementmörtel zu mauern.

Bei den dickeren Bögen müssen, falls keine Formsteine verwendet werden, was immer vorzuziehen ist, die Steine keilförmig behauen werden, doch dürfen sie nicht dünner als 4 cm werden. Da Bögen von 3 und mehr Steinstärke am Rücken zu grofse Fugen erhalten würden, so mufs man diese aus zwei übereinander befindlichen Bögen herstellen. Damit nun nicht der obere Bogen sich mehr setze als der untere, thut man wohl, beiden Bögen eine gleiche Fugenzahl zu geben, wodurch die in Fig. 30a dargestellte Form entsteht.

Die in vorstehenden drei Tabellen angegebenen Bogenstärken genügen auch für durch Mauern belastete Gurtbogen der Kellergewölbe, wenn sie mindestens $^1/_2$ Stein nach jeder Seite breiter gemacht werden, als die darauf stehenden Mauern.

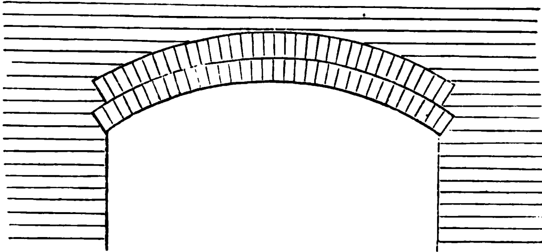


Fig. 30a.

In nachstehender Tabelle ist die Stärke und Breite von aus gut gebrannten Ziegeln construierten Gurtbogen für Kellergewölbe angegeben, welche nur durch Hintermauerung, Beschuttung und Fufsboden belastet sind. Die Pfeilhöhe der Gurtbogen beträgt mindestens $^1/_8$ der Spannweite.

Die Gesammtlast bei Gewölben bis zu 4 m Spannweite ist = 750 kg, von 4—5 m Spannweite = 800 kg incl. der beweglichen Belastung durch Menschen, Möbel u. s. w.

Tabelle Nr. 6.

Gurtbogenstärken für Kellergewölbe.

Spannweite des Gurtbogens.	Spannweite der Gewölbekappen. 3 m Gurtbogen- Breite.	Dicke.	4 m Gurtbogen- Breite.	Dicke.	5 m Gurtbogen- Breite.	Dicke.
	Stein	Stein	Stein	Stein	Stein	Stein
2 m	2	$1^1/_2$	2	2	2	2
3 m	2	2	$2—2^1/_2$	2	2	$2^1/_2$
4 m	2	2	2	$2^1/_2$	$2^1/_2$	$2^1/_2$
5 m	2	$2^1/_2$	$2^1/_2$	$2^1/_2$	$2^1/_2$	3

Bei sehr gutem Stein- und Mörtelmaterial können die Bogenstärken alle um $^1/_2$ Stein geringer angenommen werden.

Eine gröfsere Spannweite der Gurtbogen bei nur $^1/_8$ Pfeilhöhe ist nicht ratsam; haben dieselben eine gröfsere Pfeilhöhe, so können sie im Verhältnis schwächer sein, oder gröfsere Spannweiten haben.

Bei obiger Tabelle über Gurtbogenstärken ist angenommen, dafs sogenannte preufsische Kappen zwischen dieselben gespannt seien, nimmt man statt dieser böhmische Kappen, so können die Gurtbogen etwa um $^1/_3$ schmäler gemacht werden.

Die Kappengewölbe.

Diese finden hauptsächliche Verwendung zur Überdeckung von Keller- und Stallräumen, und haben aufser ihrer eigenen Last noch den Fufsboden des darüber liegenden Geschosses mit der darauf befindlichen beweglichen Last zu tragen.

Die Spannweiten derselben werden gewöhnlich nur so grofs angeordnet, dafs sie im Schlufs nur $^1/_2$ Stein stark gemacht zu werden brauchen, nämlich bis höchstens 4 m.

Bis zu 3 m kann man sie durchgehends $^1/_2$ Stein stark machen, haben sie über 3 m Spannweite, so nehme man von den Widerlagern bis etwa zur Mitte zwischen Scheitel und Widerlager 1 Stein Stärke.

Bei mehr als 4 m lasse man aufserdem $^1/_2$ Stein starke und $1^1/_2$ Stein breite Verstärkungsgurte in etwa 1,5 m Entfernung von Mitte zu Mitte anbringen.

Bei 5 m Spannweite und mehr müssen die Kappen 1 Stein stark im Scheitel angelegt werden.

Die Pfeilhöhe sollte nicht gern unter $^1/_8$, im Minimum $^1/_{10}$ der Spannweite betragen.

Man mache die Scheitellinie nicht ganz gerade, sondern gebe derselben etwa $^1/_{30}$ ihrer Länge Stechung, am besten in der Art, dafs die Scheitellinie einen Kreisbogen von $^1/_{30}$ Pfeilhöhe bildet.

Die Einwölbung auf den Schwalbenschwanz wird gewöhnlich als die beste hingestellt, doch dürfte es schwer zu beweisen sein, dafs sie wirklich die beste ist.

Entschieden hat sie folgende Nachteile vor der Wölbung auf den Kuff:

Erstens müssen die Steine an den Widerlagern passend zugehauen werden, wobei beiläufig ein bedeutender Verlust nicht zu vermeiden ist, es werden aber auch die zugehauenen Flächen wohl sehr selten die richtige Richtung bekommen, wodurch also die am meisten gedrückte Fuge eine mangelhafte Form erhält.

Zweitens ist es sehr viel schwerer, den unter 45° zur Gewölbeachse liegenden Steinen die richtige Lage zu geben, als solchen, die parallel zur Achse liegen.

Drittens, mag auch das Fehlen einer eigentlichen Schlufssteinschicht bei der Wölbung auf den Schwalbenschwanz (da in der Scheitellinie eine Zickzackfuge liegt) als unwesentlich betrachtet werden, so leidet es doch keinen Zweifel, dafs durch das stramme Einpassen der Schlufssteinschicht in einer auf den Kuff gewölbten Kappe dieser eine Spannung gegeben wird, welche in dieser Weise beim Schwalbenschwanzgewölbe nicht zu erreichen ist.

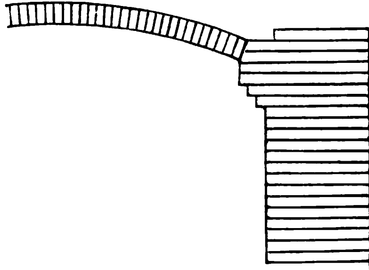


Fig. 31.

Beim Schwalbenschwanzgewölbe wird durch die Richtung der Lagerfugen allerdings ein Teil des Druckes auf die Stirnmauern übertragen, jedoch geschieht dies auch beim Kuffgewölbe, wenn eine bedeutendere Stechung desselben angeordnet wird. Bedenkt man aufserdem noch, dafs man bei Kappen, welche auf den Kuff gewölbt sind, leichter und wirksamere Verstärkungsgurte anbringen kann, so wird sich die Frage der zweckmäfsigern Einwölbung wohl für den Kuff entscheiden.

Die Kappengewölbe müssen, wie auch alle anderen Gewölbe, durchaus mit vollen Fugen gemauert werden; die Fugen dürfen nicht zu grofs sein, weil sich das Gewölbe sonst zu stark setzen würde, 8 bis 10 mm dürfte das richtige Mafs der Fugenbreite an der unteren Laibung sein.

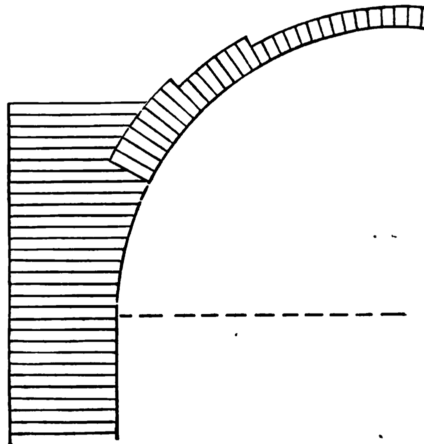


Fig. 32.

Eine richtige Lage der einzelnen Steine und ein guter Mörtel sind Hauptbedingungen.

Über das Ausrüsten mögen folgende Regeln gelten:

Hat man zuverlässige Widerlager und ist das Gewölbe in Kalkmörtel hergestellt, so lockere man das Gerüst nach einigen Tagen, oder gleich nach Einbringung der Schlufssteinschicht, ehe der Mörtel ganz erhärtet ist, damit ein geringes Setzen erfolge, wodurch der

Mörtel stark zusammen und in die Poren der Steine gep
wodurch das Gewölbe später um so fester wird.

Hat man schwache Widerlager, oder ist das Gewölbe i
mörtel gemauert, so warte man mit dem Ausrüsten, bis d
erhärtet ist, damit im ersten Falle das Gewölbe, als z
hängende Masse, weniger Seitendruck auf die Widerlage
oder im zweiten Falle der Cement im Abbinden nicht gestö

Die Widerlagsstärke für Kappengewölbe beträgt ca.
Spannweite, wenn die Widerlagsmauern durch darüber liege
schofsmauern belastet sind, ca. $^1/_3$ der Spannweite, wenn di
der Fall ist. Hierbei ist noch angenommen, dafs die Wi
mauern nicht über 3 m hoch sind; sind sie höher, so mac
sie für jedes Meter Mehrhöhe um $^1/_2$ Stein stärker.

Eine Verstärkung der Widerlager und Verkleinerung d
wölbespannweite erreicht man dadurch, dafs man mehrere Sc
unter der Kämpferlinie auskragt (Fig. 31). Bei halbkreisför
spitzbogigen und elliptischen Gewölben kann man einen bedeu
Teil derselben durch wagerechte Schichten bilden, welche m
eigentlichen Widerlagsmauer in Verband gemauert werden.
durch erzielt man eine bedeutende Verstärkung der Widerlagsm
und einen geringeren Seitenschub des Gewölbes (Fig. 32).

Böhmische Kappen.

Diese üben auf sämtliche Umfassungsmauern einen Se
druck aus, weshalb dieselben etwas schwächer sein können, als
Widerlagsmauern der preufsischen Kappen, jedoch nicht unter
der Spannweite bei mindestens $^1/_{10}$ Pfeilhöhe nach der Diagon
Überhaupt dürfen Widerlagsmauern nicht unter $1^1/_2$ Stein stark s

Die Gewölbestärke beträgt bis zu 5 m Spannweite nach
Diagonale = $^1/_2$ Stein. Eine Verstärkung nach den Widerlag
zu ist auch hier wünschenswerth.

Die Einwölbung geschieht aus freier Hand auf den Schwalb
schwanz, oder auf Rutschbogen.

Bei gröfseren Spannweiten lassen sich Verstärkungsgurte in d
Richtungen der Diagonalen mit Vorteil anbringen.

Tonnengewölbe.

Das Profil der Tonnengewölbe kann ein Halbkreis, ein Spitz
bogen, eine Ellipse oder ein Korbbogen sein, doch werden spitzbogig
und überhöht elliptische Tonnengewölbe wohl selten zur Anwendung
kommen, obgleich ihre Stabilität gröfser ist, als die der halbkreis-
förmigen und gedrückten.

Die Schlufssteinstärke der halbkreisförmigen Tonnengewölbe beträgt bis 4 m Spannweite = $^1/_2$ Stein, bis 5 m Spannweite = $^1/_2$ Stein, wobei aber etwa alle 2 m Verstärkungsgurte von $^1/_2$ Stein Dicke und $1^1/_2$ Stein Breite anzulegen sind,

von $5^1/_2$—8 m Spannweite = 1 Stein.

Ist über 8 m Spannweite zu überwölben, so müssen wieder Verstärkungsgurte angewandt werden. Bei allen Tonnengewölben ist eine Verstärkung nach dem Widerlager zu geboten, aufserdem eine Hintermauerung bei $^2/_3$ der Rückenhöhe.

Es ist zweckmäfsig, die unteren Gewölbeteile in Verband mit den Widerlagsmauern als wagerechte Schichten anzulegen, wie in Fig. 32 angedeutet ist.

Bei obigen Angaben ist als Belastung nur Beschuttung mit Fufsboden und der auf letzterem befindlichen beweglichen Last angenommen.

Ist das Tonnengewölbe stark belastet, wie z. B. bei Lagerkellern, so ist die Schlufssteinstärke

bei 4 m	Spannweite	= $1^1/_2$	Stein	
» 5 m	»	= $1^1/_2$	»	mit Verstärkungsgurten
» 6 m	»	= 2	»	
» 7 m	»	= 2	»	
» 8 m	»	= 2	»	mit Verstärkungsgurten
» 9 m	»	= $2^1/_2$	»	
» 10 m	»	= $2^1/_2$	»	

Bei sehr gutem Ziegel- und Mörtelmaterial kann auch hier die Stärke überall um $^1/_2$ Stein ermäfsigt werden, wobei eine 4 m hohe Erdschüttung vorausgesetzt ist. Die Tonnengewölbe müssen bei diesen Scheitelstärken nach den Widerlagern zu ebenfalls verstärkt werden, mindestens um die halbe, besser um die ganze Schlufssteinstärke.

Alle Gewölbe, welche mit Erde bedeckt werden, erhalten eine Abdeckung von Asphalt von 0,01 m Dicke, oder von Asphaltplatten, welche auf einer Unterlage von flachen Ziegeln bis über die Widerlager in schräger Richtung hinweggeführt wird.

Die Widerlagsstärke für unbelastete halbkreisförmige Tonnengewölbe beträgt $^1/_6$ der Spannweite, bei solchen mit geringer Belastung $^2/_{11}$, mit starker Belastung mindestens $^1/_5$ der Spannweite, vorausgesetzt, dafs sie nicht über 3 m hoch sind.

Für spitzbogige Tonnengewölbe, wenn der Radius mindestens $^3/_4$ der Spannweite beträgt, kann man die Scheitelstärke eines halbkreisförmigen Gewölbes als durchgehende Gewölbestärke annehmen.

Die Widerlagsstärken derselben betragen bei geringer Belastung $^1/_7$, bei stärkerer Belastung $^1/_6$ der Spannweite.

Tonnengewölben, deren Profil ein gedrückter Bogen ist, gebe man bei geringer Belastung (durch Fufsböden u. s. w.) dieselbe Stärke wie den Kappengewölben.

Bei starker Belastung diene folgende Tabelle, welche für solche gedrückte Bogenformen gilt, deren Pfeilhöhe nicht unter $^1/_4$ der Spannweite ist:

bei 4 m	Spannweite	$1\,^1/_2$	Stein	Schlufssteinstärke	mit Verstärkungsgurten
» 5 m	»	2	»	»	
» 6 m	»	2	»	»	mit Verstärkungsgurten
» 7 m	»	$2\,^1/_2$	»	»	
» 8 m	»	$2\,^1/_2$	»	»	mit Verstärkungsgurten
» 9 m	»	3	»	»	
» 10 m	»	3	»	»	mit Verstärkungsgurten.

Auch hier ist eine Erdschüttung von 4 m über dem Scheitel angenommen. Die Widerlagsstärken sind bei gering belasteten Gewölben dieser Art gleich $^1/_5$ der Spannweite, bei stark belasteten gleich $^1/_4$ der Spannweite zu nehmen. Aufserdem gelten für die Verstärkung der Gewölbe nach den Widerlagern zu dieselben Regeln, wie bei halbkreisförmigen Gewölben.

Die Lagerfugen der Tonnengewölbe haben radiale Richtungen und laufen parallel zur Gewölbeachse.

Nur bei Brückengewölben, deren Stirnflächen nicht rechtwinkelig zur Gewölbeachse stehen, sondern mehr als um 15° vom rechten Winkel abweichen, wird die Lagerfuge nicht parallel zur Gewölbeachse gelegt, sondern bei radialer Richtung so, dafs sie auf den Stirnflächen und auf jeder beliebigen der Stirnfläche parallelen Schnittfläche normal stehen.

Kreuzgewölbe.

Das Kappenprofil der Kreuzgewölbe kann ebenfalls ein Spitzbogen, Halbkreisbogen, gedrückter, überhöhter und ein Segmentbogen sein.

Das Kreuzgewölbe übt nur einen geringen Seitenschub auf die Mauern, welche alle Stirnmauern sind, aus. Der gröfste Teil des Gewölbedruckes wird durch die Grate auf die Ecken geleitet, welche deshalb oft eine besondere Verstärkung durch innen oder aufsen vorgelegte Pfeiler erhalten.

Nur wenn die Scheitellinien der Kappen eine bedeutende Steigung (Stechung) nach dem Mittelpunkte des Gewölbes erhalten, haben die Stirnmauern einen Seitendruck zu erleiden, der in Betracht zu ziehen ist. Am häufigsten ist das bei gotischen (Spitzbogen) Gewölben der Fall, wenn bei rechteckigen Grundrissen Schildbögen von verschiedener Höhe konstruiert werden, wo dann die kleinere

Kappe bis zur Höhe der gröfseren, am besten mit gebogener Scheitellinie ansteigen mufs.*

Zur Herstellung der Kreuzgewölbe von geringer Spannweite bedarf man keiner verschalten Gerüste wie bei Tonnen- und Kappengewölben, sondern nur Lehrbögen für die Grate, Schildbögen und Scheitellinien, wenn die Lagerfugen normal zu den Graten stehen. Bei gröfseren Spannweiten und wenn die Lagerfugen parallel zu den Kappenachsen laufen sollen, ist eine vollständige Einschalung zu empfehlen.

Im ersten Falle werden die Gratbögen zugleich mit den Kappen und mit diesen in Verband gemauert, im zweiten Falle (wenn die Lagerfugen parallel zu den Kappenachsen laufen) werden die Grate etwa aus Hausteinen oder aus Formsteinen mit besonderen Falzen zur Aufnahme der Kappen zuerst für sich aufgemauert und die Kappen später dazwischen gespannt. Letztere können jedoch auch in diesem Falle mit den Graten, die dann auch aus gewöhnlichen Ziegeln bestehen, in Verband gemauert werden.

Alle Kappen müssen in diesem Falle zugleich angefangen und gleichmäfsig weiter geführt und fertig gemacht werden.

Die Festigkeit solcher Kreuzgewölbe, deren Kappen mit den Graten in Verband gemauert werden, ist gröfser, als die Festigkeit der Kreuzgewölbe, deren Grate für sich aufgeführt werden.

Tabelle Nr. 7.

Grat- und Kappenstärken unbelasteter halbkreisförmiger Kreuzgewölbe.

Spannweite der Kappen.	Kappenstärke		Gratstärke		
	im Scheitel	am Kämpfer	im Scheitel	am Kämpfer	
	Stein	Stein	Stein	Stein	
Bis 6 m	1/2	1/2	1	1 1/2	Die Widerlagsstärke in der Richtung der Gratlinien gemessen, beträgt 1/4—1/5 der Diagonale.
» 7 m	1/2	1	1	1 1/2	
» 9 m	1/2	1	1 1/2	2	
» 15 m	1	1 1/2	2	2 1/2—3	

Die Gurtbögen zwischen zwei Gewölbejochen werden 1 1/2—3 Steine breit und mindestens 1/2 Stein stärker, als die Kappen angelegt. Für Kreuzgewölbe über rechteckigen und unregelmäfsigen Räumen bestimme man die Grat- und Kappenstärken nach der gröfsten in denselben vorkommenden Kappenspannweite.

* Die Konstruktion dieser Kreuzgewölbe nach neuen, logisch entwickelten Principien und auch die aller anderen Gewölbe ist in dem I. Teil meines Lehrbuches: „Die Konstruktionen des Hochbaues mit besonderer Rücksicht auf ihre graphische Darstellung“; Holzminden, Müllersche Buchhandlung, entwickelt.

Solche Kreuzgewölbe, welche mit Beschüttung und Fufsboden l lastet sind, können bei halbkreisförmigen Kappen bis zu 5 m Spannwe $^1/_2$ Stein durchgehende Kappenstärke, bis zu 7 m $^1/_2$ Stein Kappe stärke im Scheitel und 1 Stein am Kämpfer erhalten. Gröfsere Spar weiten erfordern 1 Stein Scheitelstärke und entsprechend starke Gra

Die Widerlager solcher Kreuzgewölbe nach der Diagonale g messen sind gleich $^1/_4$—$^1/_5$ der inneren Diagonale zu machen, we dieselben nicht über 3 m hoch sind.

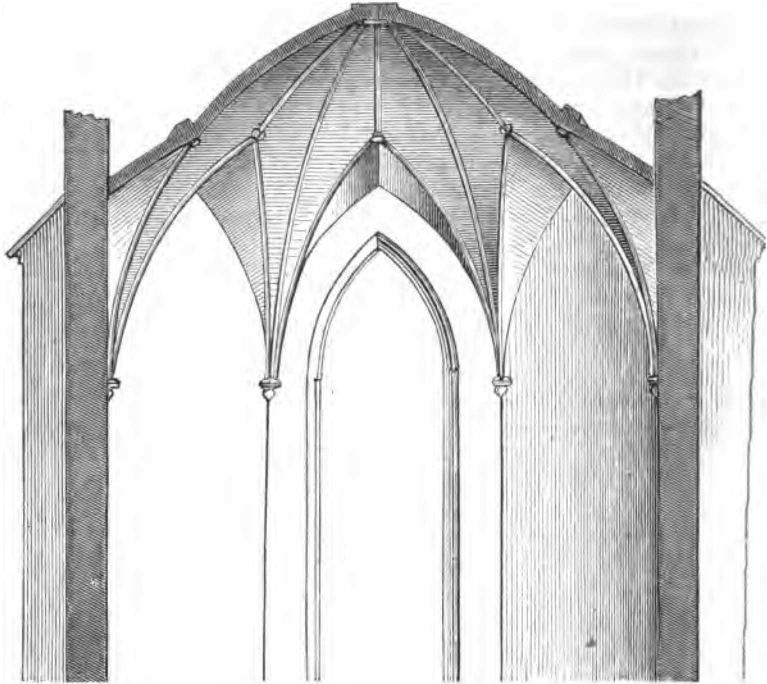


Fig. 33 a.

Spitzbogige Kreuzgewölbe können bei gleichen Spannweiten etwa um $^1/_3$ schwächer angelegt werden, als halbkreisförmige, und zwar sowohl in den Kappen als auch in den Graten. Die diagonale Widerlagsstärke für spitzbogige Kreuzgewölbe beträgt je nach der Pfeilhöhe derselben $^1/_7$—$^1/_5$ der lichten Diagonale. Alle Kreuzgewölbe erhalten eine Hintermauerung, und es ist zweckmäfsig, halbkreisförmige und spitzbogige etwa bis zu $^1/_3$ oder $^1/_2$ der Höhe aus wagerechten Schichten zu bilden, wodurch die Stabilität bedeutend erhöht wird.

Kreuzgewölbe, deren Kappen das Profil eines Segmentbogens haben, finden als Kellergewölbe oft eine zweckmäfsige Verwendung, weil sie schwächere Widerlager beanspruchen als Kappengewölbe, und die Anlage von Fenstern und Thüren nach allen Seiten erleichtern.

Man gebe solchen Kreuzkappen mindestens $^1/_8$ der Spannweite als Pfeilhöhe und den Scheitellinien eine Stechung von etwa $^1/_{30}$ ihrer Länge. Bei 1 Stein starken Graten und $^1/_2$ Stein starken Kappen kann man bis zu 5 m Spannweite gehen. Bis zu 2,5 m Spannweite kann man sogar verstärkte Grate ganz entbehren.

Sterngewölbe

sind gewöhnlich Kreuzgewölbe, welche aufser den eigentlichen Gratrippen noch willkürlich angeordnete Nebenrippen (Liernen) haben.

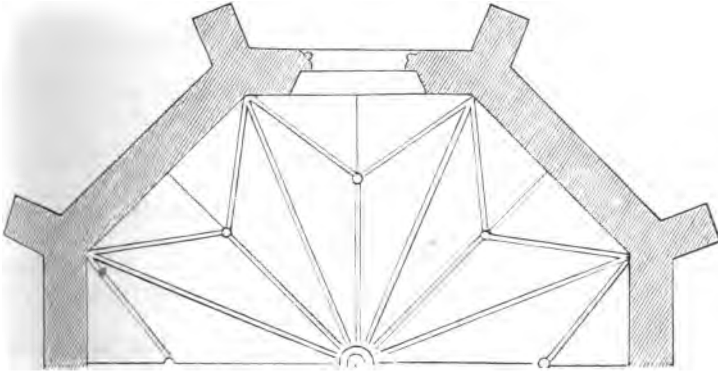


Fig. 33b.

Bei Sterngewölben werden allemal die Gratrippen und Liernen, welche aus Schnittsteinen oder Formsteinen gebildet werden, zuerst für sich aufgeführt, und später die dazwischen liegenden Kappenteile eingewölbt. Da durch die Liernen die Kappen in kleinere Teile zerlegt werden, so brauchen diese selten mehr als $^1/_2$ Stein Stärke, besonders da sie aufser der durch das Kappenprofil bedingten Rundung noch einen kleinen Busen in der Längenrichtung der Kappen erhalten.

Es können jedoch auch Sterngewölbe dadurch gebildet werden, dafs man in ein Klostergewölbe von regelmäfsigem Grundrifs spitzbogige Tonnengewölbe einschneiden läfst, wie z. B. in Fig. 33a und b im Schnitt und halben Grundrifs dargestellt ist.

In beiden Fällen wird aber der Gewölbedruck auf die Ecken geleitet, welche deshalb dieselben Stärken haben müssen, wie beim Kreuzgewölbe.

Klostergewölbe.

Die Klostergewölbe kommen selten in gröfseren Abmessungen vor, da sie für die Anlage der Fenster und Thüren eine ungünstige Form haben. Sie finden hauptsächlich als Rauchmäntel Verwendung.

Die Gewölbestärke beträgt bis 3,75 m Spannweite $^1/_2$ Stein, bis 5 m Spannweite $^1/_2$ Stein im Schlufs, 1 Stein am Widerlager, bei mehr Spannweite 1 Stein im Schlufs.

Hintermauerung und Verstärkung nach dem Widerlager zu ist nötig.

Die Widerlagsstärke für quadratische, rechteckige und unregelmäfsige Räume ist gleich der Widerlagsstärke der Tonnengewölbe zu nehmen, da der Seitendruck in der Mitte der Mauern derselbe ist, wie beim Tonnengewölbe, nach den Ecken zu aber abnimmt. Bei Klostergewölben über regelmäfsigen Vielecken kann die Widerlagsstärke etwa = $^2/_3$ der Widerlagsstärke eines Tonnengewölbes von gleicher Spannweite sein.

Zum Tragen starker Belastungen sind Klostergewölbe nicht tauglich.

Die Ausführung der Klostergewölbe geschieht auf verschalten Gerüsten.

Kuppelgewölbe.

Die Kuppelgewölbe können über kreisrunde, quadratische, rechteckige und vieleckige Räume gespannt werden.

Der Vertikalschnitt derselben kann ein Halbkreis, ein Spitzbogen und eine halbe Ellipse sein (diese gewöhnlich derartig angewendet, dafs die halbe grofse Achse die Pfeilhöhe bildet).

Wenn die innere Ansicht eines Kuppelgewölbes auf den Beschauer den Eindruck einer Halbkugel machen soll, so mufs der Vertikalschnitt derselben ein überhöhter Bogen sein (also etwa eine halbe Ellipse).

Die Stärke der Kuppelgewölbe, deren Vertikalschitt ein Halbkreis ist, findet man in folgender Tabelle Nr. 8:

Spannweite.	Schlufssteinstärke.	Gewölbestärke am Widerlager.
Bis 3,75 m	$^1/_2$ Stein	$^1/_2$ Stein
Von 3,75—5 m	$^1/_2$ »	1 »
» 5—7 m	1 »	1 »
» 7—9 m	1 »	$1^1/_2$ »
» 9—12 m	1 »	2 »

Ob die Grundform des Gewölbes ein Kreis, ein Viereck oder ein Vieleck ist, ist für die Stärke desselben nicht maſsgebend. Da dieses, sowie auch alle anderen Gewölbe mit Ausnahme sehr flacher Kappen hintermauert werden müssen, ist eine Verstärkung nach den Widerlagern zu keineswegs mit ins Gewicht fallenden Mehrkosten verknüpft, es ist deshalb kein Grund vorhanden, diese zu unterlassen. Stark überhöhte Kuppelgewölbe bedürfen bei gut bindendem Mörtel und sorgfältiger Ausführung keiner Hintermauerung, wie viele Beispiele beweisen.

Auch beim Kuppelgewölbe kann immer der untere Teil aus

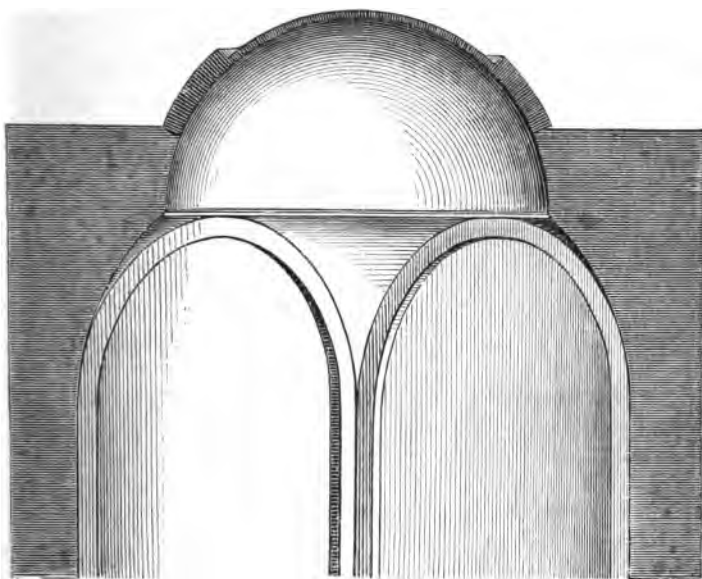


Fig. 34.

wagerechten Schichten gebildet werden, soweit es das Material der Steine, welche nach der Form der Kuppel an der inneren Seite verhauen werden müssen, zuläſst. Bei Ziegeln kann dies nahezu bis zur halben inneren Höhe der Kuppel geschehen (falls die innere Fläche nicht etwa gefugt werden soll), und genügt dann eine Widerlagsstärke von $^1/_{10}$ des Durchmessers der Grundfläche der Kuppel (bei viereckigen Grundrissen also $^1/_{10}$ der Diagonale). Fängt man aber gleich von der Kämpferlinie ab an, den Lagerfugen die Radialrichtung zu geben, so muſs die Widerlagsstärke $^1/_7$—$^1/_8$ der Spannweite betragen.

Bei Kuppelgewölben mit kreisrunder Grundform kommt di Höhe der Widerlagsmauern weniger in Betracht, als bei eckige Grundformen, man bestimme die Widerlagsstärke nach obigen An gaben und verstärke die Mauern auf je 4 m Mehrhöhe um $^1/_2$ Stein

Bei viereckiger Grundform können die angegebenen Regeln bi zu etwa 4 m Kämpferhöhe vom Fufsboden an gelten.

Soll ein quadratischer Raum mit einem vollen halbkugelförmiger Kuppelgewölbe überspannt werden, so beginne man zuerst mit einem Kuppelgewölbe, welches die Diagonale des Quadrats als Durchmesser hat, und führe dies so weit auf, bis eine durchgehende ringförmige Schicht entsteht, deren Durchmesser dann gleich der Seitenlänge des Quadrats ist. Bis zu dieser Höhe kann das Gewölbe aus horizontalen Schichten bestehen, die in Cementmörtel oder einer Mischung von Kalk- und Cementmörtel gemauert sind. Hierauf wird die eigentliche Kuppel begonnen, deren Durchmesser ebenfalls gleich der Quadratseite ist, und deren unterer Teil ebenfalls aus wagerechten Schichten bestehen kann. Fig. 34 zeigt einen Diagonalschnitt eines derartigen Gewölbes.

Die Widerlagsstärken können, wenn die unteren Gewölbeteile (Zwickel oder Pendentifs) durch Überkragung wagerechter Schichten gebildet sind, nach der Spannweite der oberen Kuppel bestimmt werden.

Die Ermittelung der Widerlagsstärken auf graphischem Wege.

Da die Stärke der Gewölbewiderlager abhängig ist von der Form und Belastung der Gewölbe, der Querschnittsform, dem Eigengewichte und der Belastung der Widerlager, so ist es nicht wohl möglich, auch nur annähernd zutreffende Regeln aufzustellen, wonach die Widerlagsstärken nur aus der Form und Spannweite der Gewölbe bestimmt werden.

Die einfachste Methode, Untersuchungen über die Stabilität der Widerlager anzustellen, ist die graphische und es soll dieselbe in ihrer Anwendung auf Kappen- und Tonnengewölbe, Mauer- und Gurtbogen, also die am meisten vorkommenden Gewölbeformen in Nachstehendem erläutert werden.

Sie beruht darauf, die in den Gewölben und Mauern wirkenden Kräfte, sowohl in Betreff ihrer Gröfse, als auch ihrer Richtung durch Linien darzustellen.

In Fig. 35 ist die Hälfte einer mit einer Thoröffnung versehenen Mauer dargestellt, bei welcher ermittelt werden soll, ob die angegebene Widerlagsstärke ausreichend ist. Angenommen ist, dafs Widerlager, Bogen und Übermauerung derselben aus gleichartigem Material — etwa Ziegeln — bestehen.

Es ist zunächst nötig, die Lage einer Lotlinie zu finden, welche durch den Schwerpunkt des über der halben Thoröffnung befindlichen Mauerwerks $ABCD$ geht. Zu diesem Ende teilen wir die Fläche $ABCD$ in eine Anzahl gleich breiter Streifen (Lamellen), etwa in drei, wodurch wir die trapezähnlichen Flächen $BCdc$, $cdab$ und $abDA$ erhalten, die wir ohne nennenswerte Fehler zu machen, als wirkliche Trapeze betrachten können.

Den Schwerpunkt eines Trapezes findet man dadurch, dafs man, wie Fig. 37 zeigt, die Länge der einen Parallelseite an die nach beiden Seiten verlängerte andere Parallelseite beiderseitig anträgt, also cg und $dh = ab$, ferner bf und $ae = dc$ macht, die Linien eg und fh zieht; es ist dann der Schnittpunkt S letzterer Linien der Schwerpunkt des Trapezes. Für nicht sehr breite Lamellen ist es genügend genau, wenn man die Mittellinie derselben als durch den Schwerpunkt gehend annimmt. Diese Mittellinie oder ein beliebiger Teil derselben kann auch als Darstellung des Gewichtes der Lamelle betrachtet werden, da die wirklichen Gewichte der durch die Lamellen bezeichneten Mauerteile in demselben Verhältnisse zueinander stehen, wie die Längen der Mittellinien. Es kommt hierbei vorläufig gar nicht darauf an, dafs man das wirkliche Gewicht kenne.

In Fig. 35 sind die Gewichte der Lamellen, welche also in der Schwerlinie wirkend gedacht werden, durch die Teile P', P'' und P''', deren Länge gleich je einem Drittel der Mittellinie ist, ausgedrückt.

Um nun die lotrechte Schwerlinie der Fläche $ABCD$ zu finden, wird zunächst die gemeinsame Schwerlinie der beiden Lamellen $BCdc$ und $cdba$ gesucht, was dadurch geschieht, dafs man P' irgendwo an der Verlängerung von P'' und P'' an der Verlängerung von P' abträgt und die Endpunkte beider Linien kreuzweise miteinander verbindet, so geht die gemeinsame Schwerlinie beider Lamellen durch den Schnittpunkt q dieser sich kreuzenden Linien. An dieser Schwerlinie trage man nun irgendwo die Gewichtslänge P''' der dritten Lamelle ab, ferner $P' + P''$ an der Verlängerung der Schwerlinie der dritten Lamelle $abDA$, verbinde die Endpunkte dieser abgetragenen Linien wieder kreuzweise miteinander, so geht die gemeinsame Schwerlinie R der drei Lamellen durch den Schnittpunkt q' der sich kreuzenden Linien. Die Schwerlinie G des Widerlagsrechteckes $AEFI$ geht durch die Mitte der Grundlinien; die Länge der Linie G, welche das Gewicht der Widerlagsmauern ausdrückt, findet man durch Verwandlung des Widerlagsrechteckes in ein anderes Rechteck, dessen Breite gleich der Lamellenbreite Aa ist; ein Drittel der Höhe dieses Rechteckes ergibt die Gewichtslänge G (da P' P'' und P''' ebenfalls zu $^1/_3$ der mittleren Lamellenhöhe angenommen wurden).

Die Verwandlung des Widerlagsrechteckes in ein anderes von Lamellenbreite ist in Fig. 35 dargestellt, wobei aber das Widerlagsrechteck $AEFI$ gleich auf $^1/_3$ seiner Höhe reduziert ist, indem $IK = {^1/_3}\, IF$ gemacht wurde.

Es ist hier also das Rechteck $IAOK$ in das Rechteck $ILNM$ verwandelt, in welchem die Grundlinie IL gleich der Lamellenbreite Aa ist. Die Höhe IM des gesuchten Rechteckes findet man, indem man die Diagonale LK und parallel zu dieser AM zieht. Das Gewicht des Widerlagers ist also durch die Linie $IM = G$ ausgedrückt.

Den Horizontalschub H des Gewölbes (Fig. 35) kann man sich in der Mitte der Schlufssteinhöhe angreifend denken, derselbe schneidet die Schwerlinie der Gewölbehälfte mit Aufmauerung in dem Punkte Q. Der durch das Gewölbe auf das Widerlager ausgeübte Druck S^3 kann in der Mitte der Kämpferfuge bei T konzentriert angenommen werden.* Da die Kräfte H und S^3 Komponenten der Mittelkraft R (des Gewichtes der Gewölbehälfte mit Aufmauerung) sind, so schneiden sich beide in einem Punkte dieser Mittelkraft und zwar in Q. Es ist hierdurch also die Richtung der Kraft S^3 bestimmt. Diese Kraft S^3 schneidet in U die Schwerlinie des Widerlagers und erzeugt mit der in dieser Richtung wirkenden Kraft G (dem Gewichte des Widerlagers) die Mittelkraft (Resultierende) S^4, deren Richtung wir in folgender Weise bestimmen können.

Wir tragen in Fig. 36 die Kräfte P', P'', P''' und G nacheinander auf eine Lotlinie, ziehen die Horizontale H und vom unteren Endpunkte der Linie P''' die Linie S^3 parallel zur Linie S^3 in Fig. 35. Die Linie S^3 schneidet die Horizontale H im Punkte O. Verbindet man nun den unteren Endpunkt V der Linie G mit diesem Punkte O durch eine gerade Linie S^4, so gibt diese die Richtung und Gröfse der Endresultierenden an, deren Richtung in der Widerlagsfigur die Linie S^4 (Fig. 35), welche parallel zu S^4 in Fig. 36 gezogen wird, anzeigt.

Wenn diese Resultierende S^4 die Basis FE des Widerlagers nicht schneidet, also seitlich aus demselben hinaustritt, so ist das Widerlager zu schwach. Zur vollen Stabilität des Widerlagers verlangt man, dafs die die Endresultierende tangierende Drucklinie die Grundlinie des Widerlagers im mittleren Drittel derselben schneidet.

Im vorliegenden Falle müfste hiernach das Widerlager im unteren Teile nach aufsen verstärkt werden. Die Linie H Fig. 36 zeigt die Gröfse des überall im Gewölbe wirkenden Horizontalschubes nach demselben Kräftemafsstabe, der für die Gewichte P', P'', P''' und G

---

* Bei stärker gekrümmten Gewölben konstruiere man die Mittellinie der Gewölbestirn und betrachte den Schnittpunkt derselben mit der verlängerten Innenkante des Widerlagers als Angriffspunkt des Druckes S^3.

gilt. Zieht man von den Endpunkten der Linien P', P'' und P''' die Linien S^1, S^2 und S^3 nach dem Punkte O, so hat man in den Längen dieser Linien ebenfalls die Gröfse der in diesen Richtungen wirkenden Kräfte nach obigem Kräftemafsstabe.

Zieht man vom Mittelpunkte der Schlufssteinhöhe Fig. 35 die Linie H parallel zu H in Fig. 36 bis zur Mittellinie (Schwerlinie) der ersten Lamelle, von da S^1 parallel zu S^1 in Fig. 36 bis zur Mittellinie der zweiten Lamelle, von da S^2 parallel zu S^2 in Fig. 36 bis zur Mittellinie der dritten Lamelle und von da S^3 parallel zu S^3 in Fig. 36, so sind die Linien H, S^1, S^2 und S^3 Tangenten an der Drucklinie im Gewölbe, welche letztere nun leicht aus freier Hand gezogen werden kann.

Ein Zeichen der Stabilität des Gewölbes ist es, wenn die Drucklinie sich im mittleren Drittel der Gewölbestirnfläche verzeichnen läfst, wobei auch die Endpunkte H und F der Drucklinie innerhalb dieses Drittels verrückt werden dürfen. Tritt die Drucklinie aus den Grenzen des mittleren Drittels hinaus, so mufs die Form des Gewölbes der Drucklinie entsprechend verändert oder das Gewölbe genügend verstärkt werden. In gleicher Weise läfst sich die Drucklinie im Widerlager fortsetzen, die Linien S^3 und S^4 sind Tangenten an derselben.

Die Lagerfugen des Gewölbes und des Widerlagers stehen am besten normal auf der Drucklinie; ein auf einer Lagerfuge errichtetes Lot darf mit einer in demselben Punkte an die Drucklinie gezogenen Tangente einen Winkel von höchstens 18° einschliefsen, weil andernfalls ein Gleiten in den Fugen eintreten könnte. Es kann daher vorkommen (bei sehr flacher Drucklinie), dafs die Lagerfugen der Widerlager nicht horizontal, sondern mit einer Neigung nach innen angelegt werden müssen. Zur Bestimmung der Gröfse der einzelnen Druckkräfte in Kilogrammen ist durch den Vergleich der Länge einer der angenommenen Gewichtslinien mit dem wirklichen Gewichte der betreffenden Mauermasse der Kräftemafsstab zu ermitteln.

Da es sich besonders darum handelt, zu wissen, wie grofs die Druckbeanspruchung des Materials ist, so braucht nicht die ganze Länge des Gewölbes und der Widerlager, sondern nur ein Teil derselben, am einfachsten von der Länge der Mafseinheit, also eines Meters in Betracht genommen zu werden.

Der vertikale Querschnitt des Widerlagers in Fig. 35 ist ein Rechteck von 1,40 m Breite und 5,00 m Höhe, hat mithin einen Flächeninhalt von 7,0 qm; das Widerlager auf 1 m Länge enthält also 7,0 cbm. Nehmen wir als Material Ziegelmauerwerk an, dessen Gewicht pro Kubikmeter 1600 kg beträgt, so ist das Gewicht des Widerlagers auf 1,0 m Länge $= 7 \cdot 1600$ kg $= 11\,200$ kg, welches durch die Länge der Linie G in Fig. 35 und 36 ausgedrückt wird. Die Länge dieser Linie G beträgt aber 91 mm des natürlichen Mafs-

stabes, folglich bezeichnet 1 mm das Gewicht von $\frac{11\,200}{91} = 123$ kg. Die Linie H in Fig. 36, welche den Horizontalschub bezeichnet, hat eine Länge von $24\frac{1}{2}$ mm, der Horizontalschub beträgt also $24\frac{1}{2} \cdot 123$ kg $= 3013\frac{1}{2}$ kg.

Die Gewölbedicke im Schlufsstein beträgt 38 cm, auf 1,0 m Länge beträgt der Längenschnitt also 3800 qcm, folglich ist der Druck auf 1 qcm des Schlufssteines $\frac{3013\frac{1}{2}}{3800}$ kg $= 0{,}76$ kg.

Der Druck in der Lagerfuge ist durch eine 36 mm lange Linie S^3 Fig. 36 dargestellt, derselbe beträgt folglich auf 1 m Länge $36 \cdot 123$ kg $= 4428$ kg, und da das Gewölbe am Widerlager ebenfalls 38 cm stark ist, so ist der Druck pro Quadratcentimeter $= \frac{4428}{3800} = 1{,}16$ kg u. s. w.

Wenn die Widerlager, das Gewölbe und die Belastung dieser Teile nicht aus gleichartigem Material bestehen, so ist es nötig, vor Beginn der graphischen Stabilitätsuntersuchung die abweichenden Teile auf gleichartiges Material zu reduzieren.

Nehmen wir als Beispiel den in Fig. 38 dargestellten Schnitt durch einen Teil eines Gebäudes, welches aufser dem Kellergeschofs noch ein 4,0 m hohes Erdgeschofs enthält. Das die Umfassungsmauer des Kellers beanspruchende Kappengewölbe hat eine Spannweite von 2,50 m und ist aus Ziegeln konstruiert. Die Überschüttung des Gewölbes besteht aus Bauschutt und Sand und hat hiernach dasselbe Gewicht wie das Gewölbe, kann also seinen Querschnitt behalten. Als mobile Belastung des Gewölbes nehmen wir die gröfste zu erwartende, nämlich die Belastung durch Menschengedränge, welche pro Quadratmeter 400 kg beträgt. Da das Ziegelmauerwerk, woraus die Mauern und das Gewölbe bestehen, pro Kubikmeter 1600 kg wiegt, so läfst sich die mobile Last durch eine Ziegelplatte von $\frac{400}{1600} = 0{,}25$ m Höhe darstellen; dieselbe ist durch das Rechteck $abcd$ dargestellt und es bildet die Linie ab folglich die obere Grenzen der Lamellen.

Die Geschofsmauer ist durch eine Balkenlage B belastet. Nehmen wir an, das Gebäude habe eine Mittelmauer, welche die Tiefe desselben in zwei gleiche Hälften teilt, so hat diese bei durchgehender Balkenlage $\frac{5}{8}$, die beiden äufseren Mauern aber jede $\frac{3}{16}$ der Balkenlage zu tragen. Beträgt die Länge der Balken zwischen den Aufsenmauern $2 \cdot 5{,}60$ m $= 11{,}20$, so kommt auf die äufsere Mauer die Last von $\frac{3}{16} \cdot 11{,}20$ m $= 2{,}10$ m Balkenlänge, also auf 1 m Mauerlänge die Last von 2,10 qm Balkenlage.

Fig. 35.

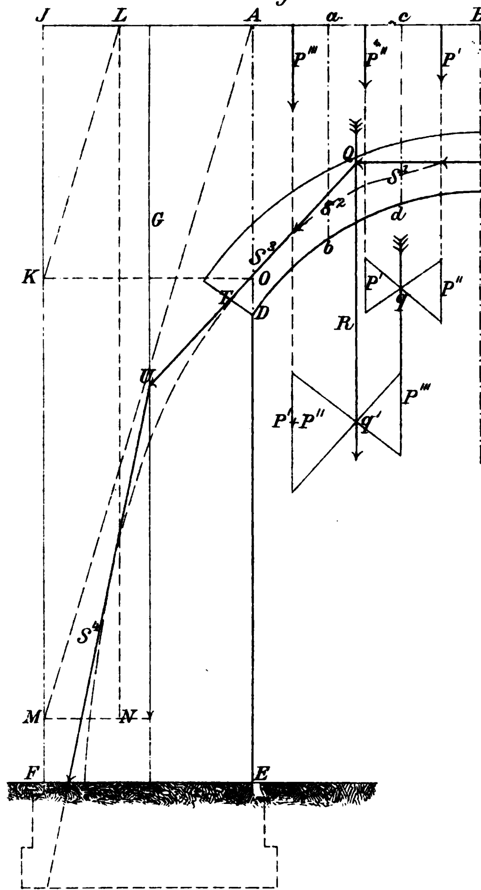


Fig. 36.

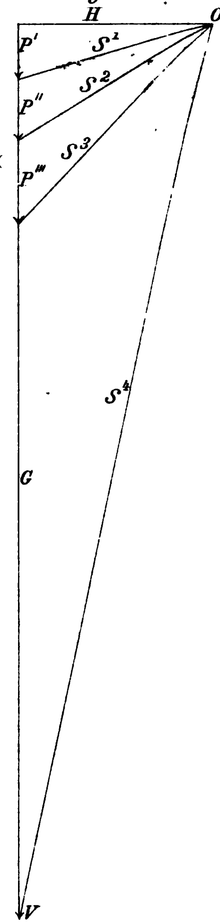
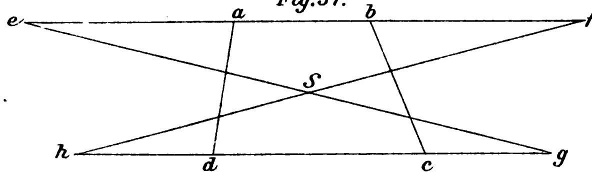


Fig. 37.



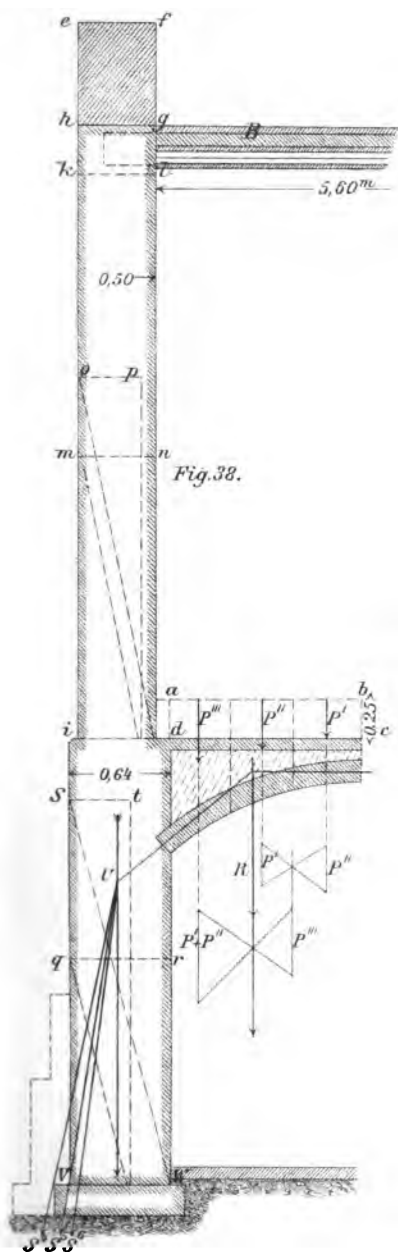


Fig. 38.

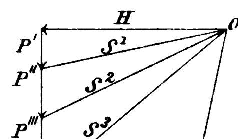


Fig. 39.

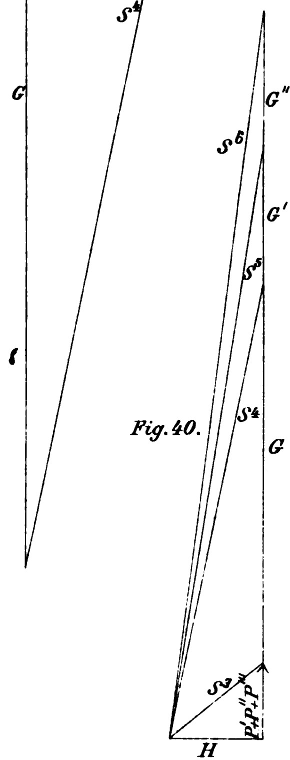


Fig. 40.

Da die Last der Balkenlage der Stabilität des Widerlagers zu gute kommt, so mufs hier der ungünstigste Fall angenommen werden, nämlich dafs die Balkenlage ohne mobile Last bleibt, es kommt also nur ihr Eigengewicht mit 250 kg pro Quadratmeter zur Berechnung, also auf 1 m Mauerlänge $2{,}10 \cdot 250$ kg. $= 525$ kg.

Da die Mauerdicke 0,50 m beträgt, ihre Oberfläche auf 1 m Länge folglich $= 0{,}5$ qm enthält, so entspricht die Last der Balkenlage einer Erhöhung der Mauer um $\frac{525}{0{,}5 \cdot 1600} = 0{,}65$ m, welche durch den schraffierten Teil *efgh* dargestellt ist.

Da die Frontmauer mit Fensteröffnungen durchbrochen ist, so müssen diese in Abzug gebracht, und zwar kann hierfür der vierte Teil der Geschofsmauer gerechnet werden. Es ist deshalb $\frac{1}{4} hi = ek$ abzuziehen, wodurch die Linie *kl* als obere Mauergrenze entsteht. Die Dachlast ist nicht mit in Rechnung gezogen, weil durch die Binder die Last meistens auf einzelne Scheidewände übertragen wird.

Da die Gewichte der Gewölbelamellen hier durch die halbe Länge der Mittellinien (P', P'' und P''') ausgedrückt sind, so können jetzt auch die Rechtecke der Keller- und Geschofsmauer auf ihre halbe Höhe reduziert werden, was durch die Linien *qr* und *mn* geschieht. Durch die Verwandlung der hierdurch entstandenen Rechtecke *qrvw* und *mnix* in Rechtecke von der Breite der Gewölbelamellen erhalten wir für die Kellermauer die Gewichtslänge *SO* und für die Geschofsmauer die Gewichtslänge *oi*, welche zusammengenommen als Linie *G* in Fig. 39 die Last des Widerlagers bezeichnen. Die graphische Darstellung der Kräfte erfolgt jetzt genau in derselben Weise wie bei Fig. 35 und 36, wodurch wir die Endresultierende S^4 in Fig. 38 erhalten, durch welche konstatiert wird, dafs das Widerlager nicht stabil ist, sondern in der durch punktierte Linien angegebenen Weise verstärkt werden mufs. Der dem Gewölbeschub entgegen wirkende Erddruck ist bei gewöhnlichen Kellertiefen zu gering, um in Betracht gezogen werden zu können. In dem in Fig. 40 dargestellten Kräfteplan ist der Kräftemafsstab halb so grofs angenommen wie in Fig 39, um durch G' und G'' die Lasten eines zweiten und dritten Geschosses mit 0,38 m starken Mauern antragen zu können. Die hieraus sich ergebenden Endresultierenden sind in S^5 und S^6 Fig. 38 veranschaulicht. Erwägt man, dafs die mobile Last der Gewölbe in der Regel nur etwa halb so grofs ist, als hier angenommen wurde, so kann man wohl annehmen, dafs bei Anlage von Erdgeschofs und zwei Obergeschossen die Widerlagsstärke ausreicht. Wir machen noch darauf aufmerksam, dafs die gemeinsame Schwerlinie der Keller- und Geschofsmauern nicht die Mitte des die Kellermauer darstellenden Rechteckes schneiden, sondern

mehr nach aufsen fallen wird, wenn die Geschofsmauern nach aufsen eine Ebene und nach innen Absätze bilden, wie es ja gewöhnlich der Fall ist. Man findet die Schwerlinie wie bei der Gewölbehälfte durch Teilung in Lamellen u. s. w.

Dagegen wirkt die Last der Balkenlagen durch die Mauerlatten mehr auf den nach innen gelegenen Mauerteil und mufs deshalb der unter der Mauerlatte liegende Mauerteil incl. der Balkenlast bei mehrgeschossigen Gebäuden für sich als Lamelle behandelt werden.

Das Endresultat wird hierdurch allerdings eine Schwerlinie sein, die wenig von der Schwerlinie der Kellermauer abweicht.

Balkenlagen.

Die Balkenlagen dienen zur Bildung der Decken für das darunter liegende und zur Aufnahme des Fufsbodens für das darüber liegende Geschofs, gehören deshalb zu den wichtigsten Bauteilen, auf deren rationelle Herstellung man aus diesem Grunde und auch wegen der bedeutenden Kostenerfordernis derselben wohl Bedacht nehmen mufs.

Wie häufig findet man, dafs, wo aus Unkenntnis oder übertriebener Sparsamkeit die Balken zu schwach oder in zu grofsen Zwischenräumen gelegt sind, der Fufsboden bei jedem Schritte sich durchbiegt, Öfen und Möbel schwanken und klirren.

Der entgegengesetzte Fall, dafs die Balkenlagen stärker, als nötig, gemacht worden sind, wird wohl seltener vorkommen, hat auch weiter keine Nachteile, als dafs überflüssige Kosten entstanden sind.

Am häufigsten wird der Aufgabe, auf die billigste Art, also mit möglichster Holz- und Arbeitsersparnis eine vollkommen tragfähige Balkenlage herzustellen, dadurch schlecht Genüge geleistet, dafs weder die Form, noch die Verteilung der Balken von genaueren Berechnungen abhängig gemacht, sondern meistens ganz willkürlich nach Gutdünken bestimmt wird.

Es ist deshalb der Zweck der nachfolgenden Kapitel, die Bestimmung der zweckmäfsigsten Form und Stärke der Balken für die am meisten vorkommenden Fälle zu erleichtern, indem weiter nichts zu thun ist, als die Tabellen nachzuschlagen.

Die Form der Balken.

Da die Balken zur Aufnahme des Fufsbodens und der Deckenschalung oben und unten horizontale Ebenen als Begrenzungsflächen haben müssen, da ferner zur Anbringung der Einschubdecken, Wechsel und Stichbalken die Seitenflächen ebenfalls Ebenen sein müssen, so ergibt sich das Rechteck als passendste Querschnittsform; ebenfalls

werden die Seitenflächen der Balken bei obigen Voraussetzungen Rechtecke bilden.

Es wird allerdings die Tragfähigkeit des von Natur kegelförmigen Stammes durch die Bearbeitung zu einem vierseitigen Prisma bedeutend verringert, weshalb man bei Balkenlagen ohne Einschubdecken etwa nur die oberen und unteren Balkenflächen zu parallelen Ebenen bearbeiten kann, wodurch zugleich am Arbeitslohne gespart wird. Es würde dann ein Querschnitt wie in Fig. 41 entstehen.

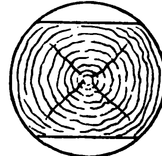


Fig. 41.

Will man aber Balken von rechteckigem Querschnitt haben, so entsteht die Frage, wie aus einem Stamme von kreisförmigem Querschnitt ein Balken von rechteckigem Querschnitt von gröſstmöglicher Tragfähigkeit zu erlangen sei. Nennt man die Höhe eines rechteckigen Balkens h und die Breite b, so verhalten sich die Tragfähigkeiten gleichlanger Balken (vorausgesetzt, daſs sie aus gleichartigem Material bestehen) wie $bh^2 : b_1 h_1{}^2$, es ist also die Aufgabe gestellt, in dem Kreise, welchen der Querschnitt des Stammes darstellt, das Rechteck zu konstruieren, bei welchem der Wert bh^2 der möglichst gröſste ist. Die Rechnung ergibt, dass die Seiten dieses Rechteckes im Verhältnis von $1 : \sqrt{2}$ oder annähernd von $5 : 7$ stehen müssen.

Eine fast ganz gleiche Tragfähigkeit erhalten die Balken, wenn bei gleichem Stammdurchmesser die Rechtecksseiten des Querschnittes im Verhältnis wie $3 : 4$ stehen (die Differenz des Tragvermögens beträgt nur etwa $^1/_{320}$).

Die Anwendung dieses letztern Verhältnisses ist für die Praxis weit vorteilhafter, als die des erstern, weil sich die Höhe und Breite eines Balkens ohne weitläufige Rechnungen bestimmen lassen, wenn der Durchmesser des Stammes bekannt ist; ebenfalls läſst sich der Durchmesser des Stammes sofort in runden Zahlen bestimmen, wenn die Balkenhöhe oder Breite gegeben ist, während bei dem ersteren Verhältnis $(5 : 7)$ entweder der Durchmesser des Stammes oder die Höhe und Breite des Balkens unendliche Bruchzahlen ergeben werden.

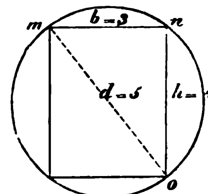


Fig. 42.

Für die Ermittelung der Balken-, resp. Stammstärken, wenn die Balkenhöhe zur Breite, also $h : b = 4 : 3$ sein soll, mögen einige Beispiele folgen.

In Fig. 42 ist $h = 4$, $b = 3$; zieht man die Diagonale mo, so entsteht das rechtwinkelige Dreieck mno, dessen Hypotenuse die Diagonale mo ist. Die Länge der Hypotenuse ist gleich der Wurzel aus der Summe der Quadrate der beiden Katheten, also

$$= \sqrt{(b^2 + h^2)} = \sqrt{(3 \cdot 3 + 4 \cdot 4)} = \sqrt{25} = 5.$$

Es ist also, wenn $b : h = 3 : 4$ ist, d allemal $= 5$; d also $= \frac{5b}{3}$ oder $\frac{5h}{4}$. d ist aber zugleich der Durchmesser des Stammes. Ist nun z. B. ein rechteckiger Balken von 0,18 m Breite und 0,24 m Höhe herzustellen, so ist dazu ein Stamm von $\frac{5 \cdot 0{,}18}{3}$ m oder $\frac{5 \cdot 0{,}24}{4}$ m $= 0{,}30$ m Durchmesser zu nehmen. Soll der Balken ganz vollkantig sein, so mufs der Stamm diesen Durchmesser am Zopfende haben; obgleich die Tragfähigkeit eines Balkens, der nur bis zur Mitte vollkantig ist, der eines vollkantigen Balkens gleichkommt.

Wenn aber der Stamm vorhanden und dessen Durchmesser d bekannt ist, und man will einen Balken daraus herstellen, dessen Höhe zur Breite, also $h : b = 4 : 3$ ist, so ist die Balkenhöhe

$$h = \frac{4d}{5}, \text{ die Breite } b = \frac{3d}{5}.$$

Ist z. B. der Stammdurchmesser $d = 0{,}40$ m, so ist

$$h = \frac{4 \cdot 0{,}40}{5} \text{ m} = 0{,}32 \text{ m}; \; b = \frac{3 \cdot 0{,}40}{5} \text{ m} = 0{,}24 \text{ m}.$$

Bei dem Verhältnis $b : h = 5 : 7$ ist das Verhältnis des Durchmessers des Stammes oder der Diagonale des Rechteckes aber $d = 8{,}60 \ldots$, also $b = \frac{5d}{8{,}60 \ldots}, = h \frac{7d}{8{,}60 \ldots}, \; d = \frac{8{,}60 \ldots h}{7}$ oder $= \frac{8{,}60\, b}{5}$, weil $d^2 = b^2 + h^2$ also $d = \sqrt{(b^2 + h^2)} = \sqrt{(5^2 + 7^2)} = \sqrt{(25 + 49)} = \sqrt{74} = 8{,}60 \ldots$ Man hat es also bei diesem Verhältnis von vornherein immer mit Brüchen zu thun, wird deshalb, weil der Unterschied der Tragfähigkeit beider aus gleichstarken Stämmen herzustellender Balken ein verschwindend geringer ist, am besten das Verhältnis $b : h = 3 : 4$ nehmen.

Natürlich gilt das oben Gesagte nicht nur für Balken, sondern für alle Hölzer, deren relative Festigkeit in Anspruch genommen wird, also auch für Pfetten, Sparren u. s. w.

Es wird häufig beim Projectieren und Veranschlagen von Gebäuden dem Baugewerksmeister oder Architekten sich die Frage aufdrängen, ob es vorteilhafter sei, einstämmige Balken oder Halbhölzer zu verwenden; ferner wenn Halbhölzer genommen werden sollen, welchen Querschnitt dieselben am besten erhalten, also wie man aus runden Stämmen die tragfähigsten Halbhölzer erhalte.

Letztere Frage läfst sich ohne weiteres auf die oben angegebenen

günstigsten Höhen- und Breitenverhältnisse des einstämmigen Balkens zurückführen.

Wenn der aus einem runden Stamme herzustellende Balken am tragfähigsten ist, wenn die Breite zur Höhe sich wie 5 : 7, oder der bequemern Herstellung wegen, wie 3 : 4 verhält, so werden die tragfähigsten Halbhölzer ohne Zweifel dadurch hergestellt, dafs man diesen Balken in der Mitte parallel zu seiner Höhenrichtung aufschneidet, sodafs die Halbhölzer also das Verhältnis $b : h = 2^1/_2 : 7$ oder $1^1/_2 : 4$ haben (Fig. 43).

Gewöhnlich geschieht dies jedoch nicht, sondern man gibt den Halbholzbalken in der Regel das Verhältnis $b : h = 1 : 2$, stellt also erst einen Balken von quadratischem Querschnitt her, welchen man dann in der Mitte aufschneidet, wodurch aber nicht die tragfähigsten Halbhölzer aus dem runden Stamme erzielt werden.

Stellt man aus zwei gleichstarken Stämmen zwei vierkantige Balken her und zwar den einen mit quadratischem Querschnitt, den anderen mit einem rechteckigen Querschnitt, dessen Breite zur Höhe sich wie 3 : 4 verhält, so verhält sich die Tragfähigkeit des ersten Balkens zu der Tragfähigkeit des zweiten wie 3534 : 3840, der rechteckige Balken wird also ca. $^1/_{12}$ mehr tragen, als der quadratische. Genau das gleiche Verhältnis wird bei den aus diesen vollen Balken geschnittenen Halbhölzern stattfinden.

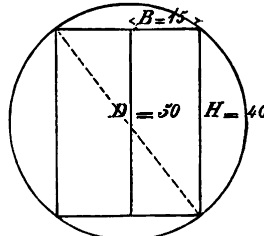


Fig. 43.

Vergleicht man den Kubikinhalt der beiden Balken, so wird man finden, dafs der Kubikinhalt des quadratischen Balkens zu dem Kubikinhalt des rechteckigen sich verhält wie 25 : 24, also der quadratische Balken oder die daraus geschnittenen Halbhölzer werden um $^1/_{12}$ weniger tragen, dabei aber um $^1/_{24}$ teurer sein, als der rechteckige Balken oder die daraus geschnittenen Halbhölzer.

Jetzt wollen wir die Frage, ob die Verwendung von Halbhölzern oder die von ganzen Hölzern vorteilhafter sei, in Betracht ziehen.

Zuvörderst nehmen wir an, dafs sowohl das Halbholz, als auch das Ganzholz den günstigsten Querschnitt erhalten soll, beim Halbholz also $b : h = 1^1/_2 : 4$, beim Ganzholz $b : h = 3 : 4$ sei.

Haben wir z. B. einen Halbholzbalken, dessen Breite 15 cm, dessen Höhe 40 cm beträgt, so wird ein Ganzholzbalken von $23^1/_2$ cm Breite und 32 cm Höhe ziemlich genau dieselbe Tragfähigkeit besitzen (um nicht für h und b unendliche Brüche zu erhalten, sind wir um ein Geringes von dem Verhältnis $b : h = 3 : 4$ abgewichen), da bh^2 bei beiden Hölzern fast gleiche Resultate ergibt, nämlich:

bei dem Halbholzbalken $40 \cdot 40 \cdot 15 \quad = 24000$
bei dem Ganzholzbalken $32 \cdot 32 \cdot 23^1/_2 = 24064$.

Der Kubikinhalt des Halbholzbalkens H verhält sich aber zu dem des Ganzholzbalkens G (natürlich bei gleicher Länge) wie 4 : 5; sind also die dickeren Stämme, woraus die Halbholzbalken geschnitten werden, nicht teurer, als die dünneren zu den Ganzholzbalken, so kommen die Ganzholzbalken um $^1/_4$ teurer zu stehen, als die Halbholzbalken.

Dazu kommt noch, dafs, wenn alle Seitenflächen beider Balken beschnitten werden, das Schneidelohn der $H : G$ sich verhält wie 9 : 11, was also auch für die Anwendung der Halbholzbalken spricht.

Da die stärkeren Hölzer aber gewöhnlich teurer sind, als die schwächeren, so wird es die Entscheidung, ob Halb- oder Ganzhölzer zu verwenden sind, bedeutend erleichtern, wenn man das Verhältnis der Stammdicken kennt, aus welchen gleich tragfähige Halbhölzer und Ganzhölzer geschnitten werden können.

In Fig. 43 ist ein Halbholzbalken H von 15 cm Breite und 40 cm Höhe, in Fig. 44 ein Ganzholzbalken von annähernd gleicher (um ein Geringes gröfserer) Tragfähigkeit von 24 cm Breite und 32 cm Höhe im Querschnitt dargestellt. Ersterer erfordert eine Stammdicke von 50 cm, letzterer von 40 cm. Da das Verhältnis auch bei andern Dimensionen stets dasselbe ist, so verhalten sich also die Stammdurchmesser für Halbholzbalken zu den Stammdurchmessern für gleich tragfähige Ganzholzbalken, also $D : d = 5 : 4$, ferner die Höhe H der Halbholzbalken zur Höhe h der Ganzholzbalken von gleicher Tragfähigkeit, also $H : h = 5 : 4$. Die Breiten $B : b = 5 : 8$.

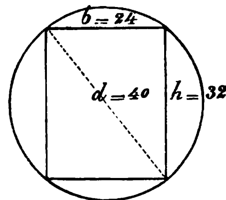


Fig. 44.

Da der Ganzholzbalken hier um ein Geringes tragfähiger ist, als der Halbholzbalken, so sind die vergleichenden Verhältniszahlen der Dimensionen des einen Balkens resp. Stammes zum anderen allerdings nicht durchaus genau, der Fehler ist aber ein so geringer, dafs er für die Praxis nicht in Betracht kommt.

Einige Beispiele mögen die praktische Anwendung obiger Formeln erläutern.

Für die Balkenlage eines Wohnhauses sind Ganzholzbalken von 18 cm Breite und 24 cm Höhe projektiert, zur ganzen Balkenlage sind in diesem Falle 12 cbm Holz erforderlich à 60 Mark, das Holz zur Balkenlage kostet also 720 Mark, man will wissen, wieviel man erspart, wenn man Halbholzbalken von gleicher Tragfähigkeit verwendet; die Holzpreise der stärkeren und schwächeren Hölzer sind gleich.

Da der Kubikinhalt eines Halbholzbalkens sich zu dem Kubikinhalt eines Ganzholzbalkens von gleicher Tragfähigkeit verhält wie $4:5$, so ist also der gesuchte Kubikinhalt der Halbholzbalkenlage $x:12 = 4:5$, also $x = 9^3/_5$ cbm, ebenso lassen sich sofort die Kosten der Halbholzbalkenlage y berechnen: $y:720 = 4:5$, also $y = 576$ Mark. Man erspart also $^1/_5$ an Holz und Geld.

Will man die Höhe der Halbholzbalken berechnen, so hat man die Formel $H:h = 5:4$, die Höhe h der Ganzholzbalken ist aber $= 24$ cm, also wird die Formel $H:24 = 5:4$ lauten, wodurch also für $H = \frac{24 \cdot 5}{5} = 30$ cm gefunden wird.

Die Breite der Halbholzbalken B verhält sich zur Breite der Ganzholzbalken b, also $B:b = 5:8$, b ist aber $= 18$, also $B:18 = 5:8$, folglich $B = \frac{18 \cdot 5}{8}\ 11^1/_4$ cm.

Der Durchmesser d der Stämme, woraus die Ganzholzbalken hergestellt werden, ist nach der Formel $d = \frac{5h}{4}$ in diesem Falle $d = \frac{5 \cdot 24}{4} = 30$ cm, der Durchmesser der Stämme, woraus die Halbholzbalken geschnitten werden, $D = \frac{5H}{4}$, und da H in diesem Falle $= 30$ cm, so ist $D = \frac{5 \cdot 30}{4} = 37^1/_2$ cm.

Nehmen wir an, dafs diese dickeren Hölzer im geschnittenen Zustande pro Kubikmeter 70 Mark kosten, während die schwächeren nur 60 Mark kosten, so würde die Halbholzbalkenlage im vorliegenden Falle $9^3/_5 \cdot 70$ Mark $= 672$ Mark kosten, also immer noch 720—672 $= 48$ Mark billiger sein, als die Ganzholzbalkenlage.

Noch ist aber, ehe man sich für Ganz- oder Halbholzbalken entscheidet, zu berücksichtigen, dafs die Halbholzbalkenlagen, da sie höher sind, als die Ganzholzbalkenlagen von gleicher Tragfähigkeit, mehr Mauerwerk zur Einmauerung erfordern als letztere, welches Plus mit in Berechnung gezogen werden mufs.

Die Dimensionen der Balken.

In den folgenden Tabellen sind die Stärken der Balken für die verschiedenen vorkommenden Belastungen und frei liegenden Längen der Balken und bei verschiedenen Entfernungen der Balken voneinander angegeben, und zwar für Ganzhölzer, bei denen $b:h = 3:4$, und für Halbhölzer, bei welchen $b:h = 1^1/_2:4$ ist.

Es ist überall die durch die besondere Bestimmung der Balkenlagen (ob in Wohnhäusern, Schulen u. s. w.) zu erwartende **größte Belastung** auf die ganze Oberfläche gleichmäßsig wirkend angenommen, sodaſs die berechneten Balkenstärken auf die Dauer genügende Sicherheit gewähren.

$$\text{Formel } P = 8k \cdot \frac{bh^2}{6l}.$$

Da bei den Ganzholzbalken $b = {}^3/_4 h$ angenommen ist, so ist in diesem Falle

$$h = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 6lP}{3 \cdot 8k}} = \sqrt[3]{\frac{lP}{k}};$$

und da bei den Halbholzbalken sich $b : h$ verhält wie $1^1/_2 : 4$ oder wie $3 : 8$, so ist die Formel für die Höhe der Halbholzbalken

$$h = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot 6lP}{3 \cdot 8k}} = \sqrt[3]{\frac{2lP}{k}}.$$

In diesen Formeln ist P gleich der Totalbelastung eines Balkens, also gleich der Belastung durch Fuſsboden, Einschub u. s. w. und Eigengewicht des Balkens und durch die zufällige Belastung; k ist der Festigkeitskoefficient, h die Höhe, b die Breite und l die freiliegende Länge der Balken in Centimetern. Auſserdem bezeichnet in den Tabellen d die Dicke der Stämme, woraus die Balken geschnitten werden können, b/h die zu ganzen Centimetern abgerundeten Balkendimensionen, wie sie in der Praxis anzuwenden sind.

Tabellen

der Balkenstärken in Wohngebäuden.

Festigkeitskoefficient $k = 80$.

Nr. 9.

I. Balkenweite von Mitte zu Mitte = 0,70 m.

Gröſste Totalbelastung 500 kg pro Quadratmeter.

Balkenweite 0,70 m.	Ganzholzbalken.				Halbholzbalken.			
Freie Balkenlänge in Metern.	*h*	*b*	*b/h*	*d*	*h*	*b*	*b/h*	*d*
3,0	15,8	11,9	12/16	19,75	19,8	7,4	7/20	24,75
3,5	17,5	13,1	13/18	21,9	22,1	8,3	8/22	27,6
4,0	19,1	14,3	14/19	23,9	24,1	9,0	9/24	30,1
4,5	20,7	15,5	15/21	25,9	26,1	9,8	10/26	32,6
5,0	22,2	16,7	17/22	27,8	28,0	10,5	11/28	35,0
5,5	23,7	17,8	18/23	29,6	29,8	11,2	11/30	37,25
6,0	25,1	18,8	19/25	31,4	31,8	11,9	12/31	39,75

Bei gröfserer frei liegender Balkenlänge ist die Belastung durch das Eigengewicht der Balken gröfser, auch werden gröfsere Zimmer eher kleine Tanzgesellschaften aufnehmen, wodurch die mobile Belastung gröfser wird. Wir wollen deshalb die gröfste Totalbelastung zu 600 kg pro Quadratmeter annehmen.

	Ganzholzbalken.				Halbholzbalken.			
Freie Länge in Metern.	*h*	*b*	*b/h*	*d*	*h*	*b*	*b/h*	*d*
6,0	26,6	20,0	20/27	33,25	33,6	12,6	13/33	42,0
6,5	28,1	21,1	21/28	35,1	35,4	13,3	14/35	44,25
7,0	29,5	22,1	22/30	36,9	37,2	14,0	14/37	46,5
7,5	30,9	23,2	23/31	38,6	38,9	14,6	15/38	48,6
8,0	32,3	24,2	24/32	40,4	40,6	15,2	16/40	50,75

Nr. 10.

II. Balkenweite von Mitte zu Mitte = 0,80 m.

Totalbelastung 500 kg pro Quadratmeter.

	Ganzholzbalken.				Halbholzbalken.			
Freie Länge in Metern.	*h*	*b*	*b/h*	*d*	*h*	*b*	*b/h*	*d*
3,0	16,5	12,4	12/17	20,6	20,8	7,8	8/20	26,0
3,5	18,3	13,7	14/18	22,9	23,1	8,7	9/23	28,9
4,0	20,0	15,0	15/20	25,0	25,2	9,5	10/25	31,5
4,5	21,6	16,2	16/22	27,0	27,2	10,2	11/27	34,0
5,0	23,2	17,4	18/23	29,0	29,2	11,0	11/29	36,5
5,5	24,7	18,6	18/25	30,9	31,1	11,7	12/31	38,9
6,0	26,2	19,7	20/26	32,8	33,0	12,4	12/33	41,25

Totalbelastung 600 kg pro Quadratmeter.

	Ganzholzbalken.				Halbholzbalken.			
Freie Länge in Metern.	*h*	*b*	*b/h*	*d*	*h*	*b*	*b/h*	*d*
6,0	28,0	21,0	21/28	35,0	35,1	13,2	13/35	43,9
6,5	29,3	22,0	22/29	36,6	36,6	13,8	14/36	46,0
7,0	30,8	23,1	23/31	38,5	38,8	14,5	15/38	48,5
7,5	32,3	24,2	24/32	40,4	40,8	15,3	16/40	51,0
8,0	33,7	25,3	25/34	42,1	42,5	15,9	16/42	53,1

Nr. 11.

III. Balkenweite von Mitte zu Mitte = 0,90 m.

Totalbelastung 500 kg pro Quadratmeter.

	Ganzholzbalken.				Halbholzbalken.			
Freie Länge in Metern.	*h*	*b*	*b/h*	*d*	*h*	*b*	*b/h*	*d*
3,0	17,1	12,8	13/17	21,4	21,6	8,1	8/22	27,0
3,5	19,0	14,25	14/19	23,75	24,0	9,0	9/24	30,0
4,0	20,8	15,6	15/21	26,0	26,2	9,8	10/26	32,75
4,5	22,5	16,9	17/22	28,1	28,4	10,7	11/28	35,5
5,0	24,1	18,1	18/24	30,1	30,4	11,4	12/30	38,0
5,5	25,7	19,3	19/26	32,1	32,4	12,2	13/32	40,5
6,0	27,2	20,4	21/27	34,0	34,3	13,0	13/34	43,4

Totalbelastung 600 kg pro Quadratmeter.

Balkenweite 0,90 m.	Ganzholzbalken.				Halbholzbalken.			
Freie Länge in Metern.	*h*	*b*	*b/h*	*d*	*h*	*b*	*b/h*	*d*
6,0	29,0	21,75	22/29	36,25	36,5	13,7	14/36	45,6
6,5	30,6	23,0	23/31	38,25	38,5	14,4	15/38	48,1
7,0	32,1	24,1	24/32	40,1	40,4	15,2	16/40	50,5
7,5	33,6	25,2	25/33	42,0	42,3	15,9	16/42	52,9
8,0	35,1	26,3	26/35	43,9	44,2	16,6	17/44	55,25

Nr. 12.

IV. Balkenweite von Mitte zu Mitte = 1,0 m.

Totalbelastung 500 kg pro Quadratmeter.

Balkenweite 1,0 m.	Ganzholzbalken.				Halbholzbalken.			
Freie Länge in Metern.	*h*	*b*	*b/h*	*d*	*h*	*b*	*b/h*	*d*
3,0	17,9	13,4	13/18	22,3	22,5	8,4	9/22	28,1
3,5	19,7	14,8	14/20	24,6	24,8	9,3	9/25	31,0
4,0	21,5	16,2	16/22	26,9	27,1	10,2	10/27	34,9
4,5	23,3	17,5	18/23	29,1	29,3	11,0	11/29	36,6
5,0	25,0	18,75	19/25	31,25	31,5	11,8	12/31	39,4
5,5	26,6	20,0	20/27	33,25	33,5	12,6	13/33	41,9
6,0	28,2	21,2	21/28	35,25	35,5	13,3	14/35	44,4

Totalbelastung 600 kg pro Quadratmeter.

Balkenweite 1,0 m.	Ganzholzbalken.				Halbholzbalken.			
Freie Länge in Metern.	*h*	*b*	*b*/*h*	*d*	*h*	*b*	*b*/*h*	*d*
6,0	30,0	22,5	23/30	37,5	37,7	14,1	14/38	47,1
6,5	31,6	23,7	24/31	39,5	39,8	14,9	15/40	49,75
7,0	33,2	24,9	25/33	41,5	41,8	15,7	16/41	52,25
7,5	34,8	26,1	26/35	43,5	43,8	16,4	16/44	54,75
8,0	36,3	27,2	27/36	45,4	45,8	17,2	17/46	57,25

Tabellen
der Balkenstärken in Schulgebäuden und Tanzsälen.

Angenommen ist Fufsboden, Einschubdecken mit Beschuttung, spalierte oder verschalte Decke mit Putz.

Totalbelastung = 700 kg pro Quadratmeter. Der Festigkeitskoefficient $k = 70$. Der Festigkeitskoefficient ist deshalb geringer als bei Wohngebäuden anzunehmen, weil in Tanzsälen sowie auch in Schulzimmern durch etwaiges Springen der Schüler die Belastung oftmals eine stofsweise ist.

Nr. 13.
I. Balkenweite von Mitte zu Mitte = 0,60 m.

Balkenweite. 0,60 m.	Ganzholzbalken.				Halbholzbalken.			
Freie Länge in Metern.	*h*	*b*	*b*/*h*	*d*	*h*	*b*	*b*/*h*	*d*
4,0	21,2	15,9	16/21	26,5	26,7	10,1	10/27	33,4
4,5	23,0	17,25	17/23	28,75	28,9	10,8	11/29	36,1
5,0	24,6	18,5	18/25	30,75	31,0	11,6	12/31	38,75
5,5	26,2	19,7	20/26	32,75	33,0	12,4	12/33	41,25
6,0	27,8	20,9	21/28	34,75	35,0	13,1	13/35	43,75
6,5	29,3	22,0	22/29	36,6	36,9	13,8	14/37	46,1
7,0	30,8	23,1	23/31	38,5	38,8	14,6	15/38	48,8
7,5	32,3	24,2	24/32	40,4	40,7	15,3	15/41	50,9
8,0	33,7	25,3	25/34	42,1	42,5	15,9	16/43	53,1

Nr. 14.

II. Balkenweite von Mitte zu Mitte = 0,70 m.

Balkenweite 0,70 m.	Ganzholzbalken.				Halbholzbalken.			
Freie Länge in Metern.	*h*	*b*	*b/h*	*d*	*h*	*b*	*b/h*	*d*
4,0	22,4	16,8	17/22	28,0	28,2	10,6	11/28	35,25
4,5	24,3	18,2	18/24	30,4	30,5	11,4	12/30	38,1
5,0	26,0	19,5	20/26	32,5	32,7	12,3	12/33	40,9
5,5	27,7	20,8	21/28	34,6	34,8	13,1	13/35	43,5
6,0	29,3	22,0	22/29	36,6	36,9	13,8	14/37	46,1
6,5	30,9	23,2	23/31	38,6	38,9	14,6	15/39	48,75
7,0	32,5	24,4	24/33	40,6	40,9	15,3	15/41	51,1
7,5	34,1	25,6	26/34	42,6				
8,0	35,7	26,8	27/36	44,6				

Nr. 15.

III. Balkenweite von Mitte zu Mitte = 0,80 m.

Balkenweite 0,80 m.	Ganzholzbalken.				Halbholzbalken.			
Freie Länge in Metern.	*h*	*b*	*b/h*	*d*	*h*	*b*	*b/h*	*d*
4,0	23,4	17,6	18/23	29,25	29,4	10,6	11/29	36,75
4,5	25,3	19,0	19/25	31,6	31,8	11,9	12/32	39,75
5,0	27,1	20,3	21/27	33,9	34,2	12,8	13/34	42,75
5,5	28,9	21,7	22/29	36,1	36,4	13,6	14/36	45,5
6,0	30,6	23,0	23/31	38,25	38,6	14,5	15/38	48,25
6,5	32,3	24,2	24/33	40,4	40,7	15,3	15/41	50,9
7,0	34,0	25,5	26/34	42,5	42,8	16,1	16/43	53,5
7,5	35,6	26,7	27/36	44,5				
8,0	37,1	27,8	28/37	46,4				

Nr. 16.

IV. Balkenweite von Mitte zu Mitte = 0,90 m.

Balkenweite 0,90 m.	Ganzholzbalken.				Halbholzbalken.			
Freie Länge in Metern.	*h*	*b*	*b/h*	*d*	*h*	*b*	*b/h*	*d*
4,0	24,3	18,2	18/24	30,4	30,6	11,5	11/31	38,25
4,5	26,3	19,7	20/26	32,9	33,1	12,4	13/33	41,4
5,0	28,2	21,2	21/28	35,25	35,5	13,3	14/35	44,4
5,5	30,1	22,6	23/30	37,6	37,8	14,2	14/38	47,25
6,0	31,9	23,9	24/32	39,9	40,1	15,0	15/40	50,1
6,5	33,6	25,2	25/34	42,0				
7,0	35,3	26,5	27/35	44,1				
7,5	37,0	27,75	28/37	46,25				
8,0	38,6	29,0	29/39	48,25				

Obige für Schulzimmer und Tanzsäle berechneten Balkenstärken sind auch für Kornböden (für ausgedroschene gereinigte Körner, Schüttung ca. 0,6 m hoch angenommen), Wollspeicher und Heuböden anzuwenden, bei welchen aber nur ein gespundeter Fufsboden angenommen ist, also Einschubdecke und Schalung wegfällt. Einschub- und geschalte Decke ist für Kornböden unzweckmäfsig, da die dadurch entstehenden Zwischenräume bequeme Zufluchtsorte für Ratten und Mäuse abgeben würden.

Tabellen

der Balkenstärken für Kaufmannsspeicher, Salzspeicher und Werkstätten, worin schwere Arbeitsmaschinen und Materialien vorkommen.

Angenommen nur Fufsboden. Totalbelastung 850 kg pro Quadratmeter $k = 70$.

Nr. 17.

I. Balkenweite von Mitte zu Mitte = 0,60 m.

Balkenweite 0,60 m.	Ganzholzbalken.				Halbholzbalken.			
Freie Länge in Metern.	*h*	*b*	*b/h*	*d*	*h*	*b*	*b/h*	*d*
4,0	22,7	17,0	17/23	28,4	28,5	10,7	11/28	35,6
4,5	24,5	18,4	18/25	30,6	30,8	11,4	11/31	38,5
5,0	26,3	19,7	20/26	32,9	33,1	12,4	12/33	41,4
5,5	28,0	21,0	21/28	35,0	35,3	13,2	14/35	44,1
6,0	29,7	22,3	22/30	37,1	37,4	14,0	14/37	46,75

Nr. 18.

II. Balkenweite von Mitte zu Mitte = 0,70 m.

Balkenweite 0,70 m.	Ganzholzbalken.				Halbholzbalken.			
Freie Länge in Metern.	*h*	*b*	*b/h*	*d*	*h*	*b*	*b/h*	*d*
4,0	23,7	17,8	17/24	29,6	30,0	11,25	11/30	37,5
4,5	25,8	19,4	19/26	32,25	32,6	12,2	13/32	40,75
5,0	27,7	20,8	20/28	34,6	35,0	13,1	13/35	43,75
5,5	29,5	22,1	22/30	36,9	37,3	14,1	14/37	47,1
6,0	31,2	23,4	24/31	39,0	39,4	14,8	15/39	49,25

Nr. 19.

III. Balkenweite von Mitte zu Mitte = 0,80 m.

Balkenweite 0,80 m.	Ganzholzbalken.				Halbholzbalken.			
Freie Länge in Metern.	*h*	*b*	*b/h*	*d*	*h*	*b*	*b/h*	*d*
4,0	25,0	18,75	19/25	31,25	31,4	11,8	12/31	39,25
4,5	27,1	20,3	20/27	33,9	34,1	12,8	13/34	42,6
5,0	29,1	21,8	22/29	36,4	36,7	13,8	14/37	45,9
5,5	31,0	23,25	23/31	38,75	39,0	14,6	15/39	48,75
6,0	32,7	24,5	24/33	40,9	41,2	15,5	16/41	51,5

Nr. 20.

IV. Balkenweite von Mitte zu Mitte = 0,90 m.

Balkenweite 0,90 m.	Ganzholzbalken.				Halbholzbalken.			
Freie Länge in Metern.	*h*	*b*	*b/h*	*d*	*h*	*b*	*b/h*	*d*
4,0	26,0	19,5	19/26	32,5	32,8	12,3	12/33	41,0
4,5	28,0	21,0	21/28	35,0	35,3	13,2	13/35	44,1
5,0	30,0	22,5	23/30	37,5	37,8	14,2	14/38	47,25
5,5	32,0	24,0	24/32	40,0	40,3	15,1	15/40	50,4
6,0	34,0	25,5	25/34	42,5	42,8	16,1	16/43	53,5

Die Balkenstärken in vorstehenden Tabellen sind alle für Maximalbelastungen berechnet, sodafs dieselben die gröfste Sicherheit auf die Dauer gewähren.

Die Balkenstärken, welche für Zwischendecken unter Schulzimmern angegeben sind, können für gewöhnliche Kinderschulen um etwas verringert werden, und zwar in der Weise, dafs man das Mittel nimmt zwischen den für Schulgebäude und für Wohngebäude angegebenen Balkenstärken.

Unter Schulzimmern, in welchen Erwachsene unterrichtet werden, behalte man die für Schulzimmer und Tanzsäle angegebenen Balkenstärken bei.

In nachstehenden Tabellen ist das Eigengewicht verschiedener Zwischendecken, und die mobile Maximalbelastung derselben angegeben.

Tabelle Nr. 21.

Eigengewichte hölzerner Zwischendecken.

Bezeichnung der Deckenkonstruktion.	Schema der Deckenkonstruktion.	Entfernung der Balken von Mitte zu Mitte 0,60 — Stärke der Balken in Centimetern 18/24	0,60 — 21/28	0,80 — 18/24	0,80 — 21/28	1,00 — 18/24	1,00 — 21/28
		Gewicht in Kilogramm pro Quadratmeter.					
Balken mit Fufsbodendielen.......		71	87	60	71	52	63
Balken mit Fufsbodendielen und verschalter, resp. spalierter und mit Kalkmörtel geputzter Decke		121	137	110	121	104	113
Do. mit spalierter Decke mit Lehmbeschlag und Lehmputz	....	171	187	160	171	152	163
Einfache Kassettendecke mit Fufsboden, Einschub mit Beschuttnng und Stuck		250	270	260	270	300	320
Gestreckter Windelboden mit Lehm.		210	227	200	210	192	203
Fufsboden, Einschubdecke mit Beschuttung und verschalter, resp. spalierter Decke mit Putz		254	260	257	261	260	263
Do. mit spalierter Decke mit Lehmbeschlag und Lehmputz	....	304	310	307	311	310	313

NB. Als Beschuttung der Einschubdecken ist in dieser Tabelle eine Schicht Strohlehm und darauf eine Schicht Sand gerechnet, beide Schichten zusammen 10 cm hoch.

Eine Beschuttung von Kohlenschlacken ist leichter; eine solche mufs gesiebt werden, damit die Asche daraus entfernt werde, welche die Schwammbildung befördert.

Tabelle Nr. 22.

Bewegliche Belastung verschiedener Zwischendecken.

Belastung der Zwischendecken von	Kilogramm pr. Quadratm.	Belastung der Zwischendecken von	Kilogramm pr. Quadratm.
Wohnräumen	152	Kaufmannsspeichern .	760
Volksschulen	200	Salzspeichern, wenn 3 Tonnenreihen übereinander liegen	750
Tanzsälen	253	Menschengedränge...	400
Heuböden	400		
Kornspeichern *....	480		
Mehlböden *	900		

In allen diesen Tabellen sind die Balken als mit beiden Enden frei aufliegend angenommen.

Es wird nun allerdings die Tragfähigkeit derselben um die Hälfte erhöht, wenn das eine Ende der Balken fest eingespannt ist, um das Doppelte, wenn beide Enden fest eingespannt sind, jedoch soll man für die Praxis hierauf keine Rücksicht nehmen, da doch nie alle Balken in gleicher Weise befestigt sind (Auswechselungen) und die Tragkraft derselben ohnehin mit zunehmendem Alter geringer wird.

Um die Tabellen mit Nutzen anzuwenden, beachte man Folgendes:

Da die Balken einer Balkenlage gleiche Höhe haben müssen, die frei liegenden Längen derselben aber durch die verschiedenen Zimmergröfsen voneinander abweichen, so mache man nach Bedürfnis die Zwischenweiten der Balken verschieden, oder brauche teils Ganzholzbalken, teils Halbholzbalken, um bei überall gleicher Tragfähigkeit der Balken eine möglichst grofse Holzersparnis zu erzielen.

Ein Beispiel möge dies näher erläutern. Es sei in Fig. 45 der Grundrifs eines Wohnhauses gegeben. Nach rechts von *c* bis *d* liegt ein Salon von 8 m Breite und 6 m Tiefe, für welchen wir nach Tabelle I eine Balkenstärke von 19/25 cm bei 0,70 m Balkenteilung bestimmen. Da für die frei tragende Länge von 6 m in der zweiten

* Bei Mehlböden und Kornspeichern ist eine 0,60 m hohe Schüttung angenommen.

Abteilung dieser Tabelle aus den über derselben angeführten Gründen eine gröfsere Stärke angegeben ist, so machen wir aber die Teilung etwas geringer, indem wir 12 Balken legen. Hierdurch erhalten wir eine Balkenweite von 0,65 m von Mitte zu Mitte, indem wir von der Scheidemauer der darin liegenden Schornsteine wegen 8 cm, von der Giebelmauer 3 cm entfernt bleiben.

Das an dem Salon liegende Mittelzimmer *b* bis *c* hat 5 m Tiefe, weshalb wir nach Tabelle IV Balken von gleicher Stärke (19/25 cm) verwenden, dieselben aber in Entfernungen von 1,00 m von Mitte zu Mitte verlegen.

Da alle übrigen Räume nicht über 4 m Tiefe haben, so nehmen wir hierzu von *a* bis *b* Halbholzbalken von 10/25 cm Stärke in Teilungen von 0,80 m nach Tabelle II.

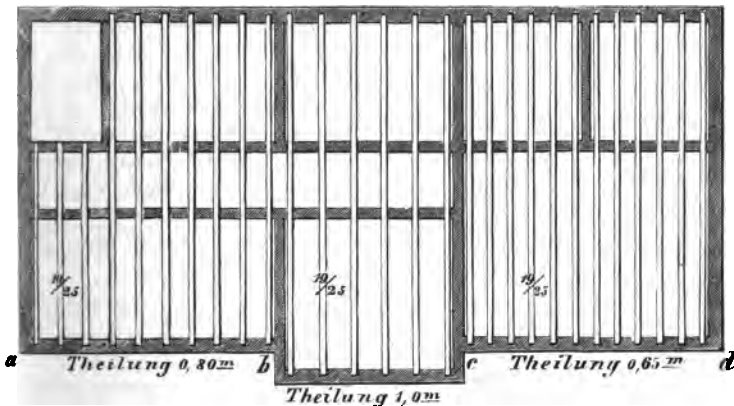


Fig. 45.

In dieser Weise haben wir eine überall gleichmäfsig tragfähige Balkenlage von gleichmäfsiger Höhe und mit der gröfstmöglichen Holzersparnis konstruiert.

Eine derartig rationelle Einrichtung der Balkenlagen wird bisher wohl selten vorgekommen sein, dieselben sind vielmehr gewöhnlich nur nach Gutdünken, sowohl was die Balkenstärken, als auch die Entfernungen derselben betrifft, angeordnet worden, oder Stärke und Einteilung ist nach der gröfsten frei tragenden Länge berechnet worden und dann für den ganzen Bau gleichmäfsig beibehalten, wodurch im ersten Falle oft teils zu schwache Balkenlagen entstanden, teils, wie auch im zweiten Falle, eine bedeutende Holzverschwendung und unnütze Verteuerung entstand.

Sind in den Tabellen keine Balken von g l e i c h e r Höhe für verschiedene Zimmertiefen zu finden, so modifiziere man die an-

gegebenen Stärken und im Verhältnis die Balkenweiten um ein Weniges; hat man z. B. für einen 7 m tiefen Raum Balken von 22/30 cm in 0,70 m Balkenweite (Tabelle I) bestimmt und will ebenso hohe Balken für nur 4,5 m Raumtiefe verwenden, so nehme man aus Tabelle IV. Halbholzbalken, welche bei 1 m Balkenweite 11/29 cm stark angegeben sind, mache dieselben aber 11/30 cm stark, wodurch man ihnen einige Centimeter mehr Zwischenraum geben kann.

Nachdem wir vorhin gefunden haben, dass eine Balkenlage aus Halbhölzern um $^1/_4$ weniger Holz erfordert, als eine gleich tragfähige Balkenlage aus Ganzhölzern (d. h. $^1/_4$ der Halbholzbalkenlage oder $^1/_5$ der Ganzholzbalkenlage), bleibt noch zu untersuchen, ob es zweckmäfsiger sei, die Zwischenräume der Balken grofs oder klein anzulegen.

Ein Beispiel aus obigen Tabellen wird dies erläutern.

Ein Schulzimmer von 5 m lichter Weite erfordert zur Aufnahme seines Fufsbodens Balken von 18,5 cm Breite und 24,6 cm Höhe bei einer Balkenweite von 0,60 m von Mitte zu Mitte, oder Balken von 28,2 cm Höhe und 21,2 cm Breite bei einer Balkenweite von 0,90 m.

Man braucht also im ersten Falle jedesmal 9 Balken für dieselbe Zimmerlänge, welche im zweiten Falle 6 Balken erfordert. Die Balken würden bei 0,30 m Auflager auf jedem Ende eine Länge von 5,60 m erhalten.

Der Kubikinhalt der Balken würde sich verhalten wie

$$\begin{array}{ccc} \text{I} & & \text{II} \\ 9 \cdot 5{,}60 \cdot 0{,}185 \cdot 0{,}246 & : & 6 \cdot 5{,}60 \cdot 0{,}212 \cdot 0{,}282 \end{array}$$

oder wie $2{,}2932120 : 2{,}0079224$

annähernd wie $8 : 7$

woraus sich ergibt, dafs eine Balkenlage aus stärkeren Hölzern, welche natürlich mit entsprechend gröfseren Zwischenräumen verlegt werden können, weniger Holz erfordert, als eine Balkenlage aus schwächeren Hölzern.

Erwägt man jedoch, dass gröfsere Zwischenräume der Balken auch stärkere Fufsbodenbretter und stärkere Einschubhölzer erfordern, ferner, dafs wegen der gröfseren Balkenhöhe mehr Mauerwerk zum Vermauern der Balkenlage nötig ist, aufserdem die höheren Preise stärkerer Balken, so wird die Anwendung stärkerer, aber mit gröfseren Zwischenräumen verlegter Balken gewifs keinen pekuniären Vorteil ergeben.

Man braucht also bei der Anordnung einer Balkenlage die Bestimmung der Gröfse der Balkenzwischenräume nicht vom pekuniären, sondern einzig vom technischen Standpunkte (Anlage von Schornsteinröhren, Ventilationskanälen u. s. w.) abhängig zu machen.

Die Anordnung der Balkenlagen.

Da dies Buch keine eigentliche Baukonstruktionslehre sein soll, deren ja zur Genüge vorhanden sind, so sollen hier nur einige für die Praxis vorteilhafte Andeutungen gemacht werden.

1) Man suche Auswechselungen frei liegender Balken möglichst zu vermeiden, weil diese die Tragfähigkeit der Balkenlage sehr vermindern. Dies erreicht man dadurch, dass man die Schornsteinrohre in die Scheidemauern verlegt, welche parallel zu den Balken liegen.

2) Alles Holzwerk muss 0,21 m * von der inneren Fläche der Schornsteinrohre entfernt bleiben.

3) Wenn äufsere oder innere Mauern, in welchen die Balken aufliegen, durch zwei oder mehrere Geschosse in gleicher Stärke durchgehen, so verlege man die Balkenlagen ohne Mauerlatten, weil diese das Mauerwerk unterbrechen würden, was beim Schwinden oder Verfaulen der Mauerlatten die Stabilität der Mauern in Frage stellen würde. Statt der Mauerlatten lege man lieber eine Schicht Bruchsteinplatten oder Quader, oder man lege einzelne kurze Eichenklötze unter alle Balken, um den Druck der Balken auf mehrere Steine zu übertragen.

4) Stichbalken verzapfe man in die Balken; eine Überblattung, wenn es auch nur ein über die Hälfte oder ein Drittel der Balkenweite reichender Schwalbenschwanz ist, verschwächt den Balken weit mehr, als ein mitten in die Seitenflächen gestemmtes Loch, weil die oberen Holzfasern (und ebenso die unteren) eines Balkens weit mehr als die mittleren durch die Belastung beansprucht werden, also deshalb auch möglichst ganz erhalten werden müssen. Wenn nur einzelne Stichbalken (wie bei Halbgeschossen) zur Aufnahme der Streben erforderlich sind, so lege man einen Balken an die Mauer, und verkämme flach liegende Halbholzbalkenstücke über zwei oder drei Balken, wodurch also die eigentlichen Stichbalken vermieden werden.

5) Wenn der Balkenkopf die Mauerlatte wenig, oder wie bei Fachwänden, gar nicht überragt, so mache man, statt des leider so oft angewandten halben Kammes, lieber einen schwalbenschwanzförmigen, welcher nicht abspringt und dem Balken ein volles Auflager gewährt.

6) Es ist sehr gebräuchlich, zu beiden Seiten massiver Scheidewände Balken zu legen, welche nur halb so breit sind, als die anderen. Wenn eine wirklich gleiche Belastung der Balkenlage anzunehmen ist, so hat dieser Gebrauch allerdings seine Berechtigung. In Wohngebäuden aber, wo doch die schweren Möbel und die

* Im Herzogtum Braunschweig 25 cm.

Öfen zumeist an der Wand stehen, sollte man dies niemals thun sondern volle Balken an die Mauern legen. Es kann allerding eine Ausnahme gemacht werden, wenn Thürgerüste inmitten von $1/2$ Stein starken Scheidemauern durch mehrere Geschosse hindurch reichen, wo man dann die Halbholzbalken mit den Thürständern verbolzt (siehe Fig. 21).

7) Bei Balkenlagen mit bedeutender, frei tragender Balkenlänge wie unter Tanzsälen, grofsen Schulzimmern, Kornspeichern, kann man den Nachteilen einer ungleichmäfsigen Belastung einigermafsen dadurch entgegenwirken, dafs man dieselben ganz oder nur in der Mitte mit Kreuzstakung versieht, oder Bohlenstücke hochkantig genau zwischen die Balken schneidet und dann am besten durch die Mitte der ganzen Balkenlage, mindestens aber durch drei oder vier Balken an jedem Ende einen Schraubenbolzen zieht, oder statt dessen unten und oben ein Flacheisen aufnagelt, welche Flacheisen an jedem Ende mit Schraube und Mutter versehen sind, sodafs das obere und untere Eisen an jedem Ende durch eine gemeinschaftliche kräftige

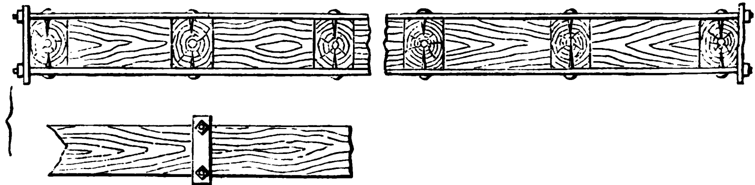


Fig. 46.

Eisenplatte gehen und angeschraubt werden können (siehe Fig. 46). Wird dann jeder Ortbalken noch durch eine oder mehrere Konsolen unterstützt, so wird dadurch auch die Tragfähigkeit der ganzen Balkenlage erhöht, während ohne dieselbe nur eine auf einen Balken wirkende Last auf mehrere übertragen wird.

8) Die in den Mauern liegenden Balkenköpfe müssen nicht vom Mauerwerk fest umschlossen werden, sondern wenigstens an beiden Seiten sowie am Hirnende einen Luftraum von 2—3 cm erhalten, damit das Austrocknen derselben nicht gehindert werde. Sind die Mauern mit vertikalen Luftschichten, also hohl angelegt, so lasse man die Balkenköpfe in den Hohlraum hineinragen.

Die Berührung des Holzes mit dem Kalkmörtel braucht keineswegs ängstlich vermieden zu werden, wie vielfach geglaubt wird, da der erhärtete Kalk dem Holze nicht nur nicht schädlich ist, sondern sogar die Dauer desselben verlängert. Aufmerksame Beobachter werden es beim Abbruch alter Gebäude leicht wahrnehmen, dafs ganz in Kalk eingehüllte Holzteile, welche aber der Feuchtigkeit nicht ausgesetzt waren, wie z. B. das Holzwerk innerer Fachwände,

vollständig gesund sind, während alle übrigen Hölzer mehr oder minder durch Fäulnis oder Wurmfraſs zerstört gefunden werden.

9) Wenn möglich, verwende man in einem Stück durchgehende Balken. Ist man aber genötigt, die Balken aus zwei Längen zusammenzusetzen, so verbinde man dieselben durch seitwärts angebrachte eiserne Schienen, welche durch Nägel und Krampen befestigt werden.

Ohne diese Verbindung würde die Verankerung der Mauer mit der Balkenlage wirkungslos sein.

Hölzerne Unterzüge und Träger.

Hat man eine Balkenlage von bedeutender frei tragender Länge, so kann man eine namhafte Holzersparnis dadurch erzielen, daſs man dieselben durch einen oder mehrere Unterzüge oder Träger unterstützt.

Unterzüge nennt man diese Hölzer, wenn sie unter der Balkenlage liegen, Träger, wenn sie auf derselben liegen und mit den Balken verbolzt sind.

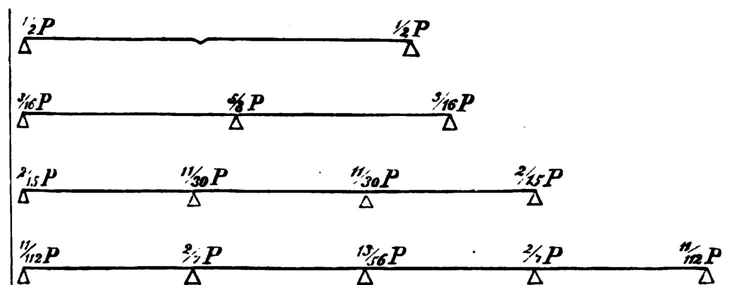


Fig. 47.

Die Anwendung von Trägern findet hauptsächlich bei Dachbalkenlagen statt, wo dieselben durch Hängewerke getragen werden können.

Die Unterzüge kommen hauptsächlich in Speichern, Stallgebäuden, Fabrikräumen u. s. w. vor, wo die die Unterzüge unterstützenden Säulen oder Pfosten nicht hinderlich sind.

Die Verteilung der Belastung auf die Stützpunkte (Mauern, Träger oder Pfosten) bei gleichmäſsig belasteter Balkenlage und gleichmäſsiger Verteilung der Stützpunkte ist in Fig. 47 angegeben.

Die Stärke der Träger oder Unterzüge für Kornspeicher und Kaufmannsspeicher und Werkstätten bei verschiedener Zwischenweite der Träger und der die Träger unterstützenden Pfosten oder Hängsäulen ist in folgenden Tabellen angegeben.

Tabelle Nr. 23.

Stärke der Träger oder Unterzüge unter Balkenlagen von Schu zimmern, Tanzsälen und Kornböden, Wollspeichern und Heuböde

a) Wenn die Balkenlage in der Mitte durch einen Träger unterstützt wird.

Ganze Länge der Balkenlage.	Frei tragende Trägerlänge											
	2 m			3 m			4 m			5 m		
	h	*b*	*d*	*h*	*b*	*d*	*h*	*b*	*d*	*h*	*b*	*d*
5 m	22	17	28	29	22	36	35	26	44	41	31	51
6 m	24	18	30	31	23	39	37	28	47	43	32	54
7 m	25	19	31	33	24	41	39	30	49	46	34	57
8 m	26	19	32	34	25	43	41	31	52	48	35	60
9 m	27	20	34	35	27	44	43	32	54	50	36	62
10 m	28	21	35	37	27	46	45	33	56	51	39	65

Nr. 24.

b) Wenn die Balkenlage durch zwei Träger unterstützt wird, welch die Balkenlage ihrer Länge nach in drei gleiche Teile teilen.

Ganze Länge der Balkenlage.	Frei tragende Trägerlänge											
	2 m			3 m			4 m			5		
	h	*b*	*d*	*h*	*b*	*d*	*h*	*b*	*d*	*h*	*b*	*d*
8 m	22	17	28	29	22	36	35	26	43	40	30	50
9 m	23	17	29	20	22	37	36	27	45	42	31	52
10 m	24	18	30	31	23	38	37	28	47	43	33	54
11 m	24	19	31	31	24	39	38	29	48	45	33	56
12 m	25	19	31	33	24	40	39	30	50	46	34	57
13 m	26	19	32	34	25	42	40	31	51	47	36	59
14 m	26	20	33	34	26	43	41	32	52	48	36	60
15 m	27	20	34	35	27	44	42	32	53	50	37	62

Tabelle Nr. 25.

Stärke der Träger oder Unterzüge unter Balkenlagen von Kaufmannsspeichern, Werkstätten, Salzspeichern.

a) Wenn die Balkenlage in der Mitte durch einen Träger unterstützt wird.

Ganze Länge der Balken.	Frei tragende Trägerlänge											
	2 m			3 m			4 m			5 m		
	h	*b*	*d*	*h*	*b*	*d*	*h*	*b*	*d*	*h*	*b*	*d*
5 m	24	17	30	31	23	39	38	28	47	44	32	54
6 m	25	19	32	33	25	42	40	30	50	46	35	58
7 m	26	20	33	35	26	44	42	31	52	49	36	61
8 m	28	21	35	36	28	46	44	33	55	51	38	64
9 m	29	21	36	38	28	47	46	34	57	53	40	66
10 m	30	22	37	39	29	49	47	36	59	55	41	69

Nr. 26.

b) Wenn die Balkenlage durch zwei gleichmäſsig verteilte Träger unterstützt wird.

Ganze Länge der Balken.	Frei tragende Trägerlänge											
	2 m			3 m			4 m			5 m		
	h	*b*	*d*	*h*	*b*	*d*	*h*	*b*	*d*	*h*	*b*	*d*
8 m	23	18	30	30	23	38	37	28	46	43	32	54
9 m	24	19	31	32	23	39	39	28	48	44	34	56
10 m	25	19	32	33	25	41	40	29	49	46	34	57
11 m	26	20	33	34	25	42	41	30	51	48	35	59
12 m	27	20	33	35	26	44	42	32	53	49	36	61
13 m	28	20	34	36	26	45	43	33	54	50	38	63
14 m	28	21	35	37	27	46	44	34	56	51	39	65
15 m	29	21	36	38	28	47	45	34	57	53	39	67

Wenn die die Unterzüge unterstützenden Pfosten oder Ständer mit Kopfbändern versehen sind, welche unter den Unterzug greifen und sowohl im Unterzuge als auch in den Ständern versatzt sind,

so kann man die Unterzuglänge zwischen den Stirnen der Kopfbänder als frei tragende Länge betrachten.

Säulen und Stützen.

Säulen, Stützen, Pfosten oder Ständer finden beim Hochbau eine so vielfache und verschiedenartige Verwendung, dass es nicht wohl möglich ist, auch nur einigermafsen ausreichende Tabellen über ihre Dimensionen zu geben.

Es mufs daher dem Techniker überlassen werden, für jeden vorkommenden Fall, in welchem ihm nicht Erfahrungen über ähnliche Fälle zu Gebote stehen, die Stärke der Säulen u. s. w. zu berechnen.

Hierbei ist in Betracht zu ziehen die Belastung der Säule u. s. w., ferner das Material, aus welchem dieselbe hergestellt werden soll, und die Länge (Höhe) derselben. Es ist ferner zu berücksichtigen, ob und wie die Enden der Säule befestigt sind, wobei folgende vier Fälle in Betracht kommen.

I. Das untere Ende ist fest, das obere frei.

II. Beide Enden frei aufstehend, aber gezwungen, in der ursprünglichen Säulenachse zu verbleiben.

III. Unteres Ende unwandelbar fest, das obere zwar frei, aber gezwungen, in der ursprünglichen Säulenachse zu verharren.

IV. Beide Enden fest und in lotrechter Richtung geführt.

Der erste Fall kommt bei Hochbauten wohl selten oder nie vor.

Der zweite Fall kommt weit mehr vor, z. B. bei Abstützungen von Balkenlagen u. s. w. bei Reparaturarbeiten, hölzernen Ständern, gufseisernen Säulen mit loser, d. h. nicht angegossener, Fufsplatte und schmiedeeisernen Säulen oder Stützen.

Dagegen kann bei gufseisernen Säulen mit breiter angegossener Fufsplatte, welche aufserdem durch angegossene Rippen mit dem Säulenschaft verbunden ist, der dritte Fall zu Grunde gelegt werden.

Es ist dann stets auf eine durchaus gleichmäfsig feste Fundierung der Fufsplatte zu achten.

Der vierte Fall wird der gröfsern Sicherheit wegen in der Praxis wohl selten in Betracht gezogen.

In nachstehender Tabelle sind die Formeln zur Berechnung des praktischen Tragvermögens für die verschiedenen, am häufigsten vorkommenden Querschnitte und für die gebräuchlichsten Materialien verzeichnet und zwar für den Fall I.

Ist das Tragvermögen einer Säule für den Fall II zu berechnen, so multipliziere man das für den Fall I gefundene Resultat mit 4, wenn der Fall III vorliegt mit 8 und wenn der Fall IV in Betracht kommt mit 16.

Tabelle Nr. 27.

Die Dimensionen der Säulen, wenn ihre Festigkeit gegen das Zerknicken in Betracht kommt.

Alle Abmessungen sind in Centimetern einzusetzen, das Tragvermögen ergibt Kilogramm.

Querschnittsform.	Praktisches Tragvermögen.		
	Gufseisen.	Schmiedeeisen.	Holz.
	$15120 \cdot \frac{D^4}{l^2}$	$40380 \cdot \frac{D^4}{l^2}$	$1450 \cdot \frac{D^4}{l^2}$
	$15120 \cdot \frac{D^4-d^4}{l^2}$	$40380 \cdot \frac{D^4-d^4}{l^2}$	$1450 \cdot \frac{D^4-d^4}{l^2}$
	$25670 \cdot 0{,}59 \cdot \frac{D^4-h^4}{l^2}$	$68570 \cdot 0{,}59 \cdot \frac{D^4-h^4}{l^2}$	$2500 \cdot 0{,}59 \cdot \frac{D^4-h}{l^2}$
	$25670 \cdot \frac{h^4-0{,}59d^4}{l^2}$	$68570 \cdot \frac{h^4-0{,}59d^4}{l^2}$	$2500 \cdot \frac{h^4-0{,}59d^4}{l^2}$
	$166720 \cdot \frac{R^4}{l^2}$	$445160 \cdot \frac{R^4}{l^2}$	$16100 \cdot \frac{R^4}{l^2}$
	$16672 \cdot \frac{R^4-r^4}{l^2}$	$445160 \cdot \frac{R^4-r^4}{l^2}$	$16100 \cdot \frac{R^4-r^4}{l^2}$
	$25670 \cdot \frac{bh^3}{l^2}$	$68570 \cdot \frac{bh^3}{l^2}$	$2500 \cdot \frac{bh^3}{l^2}$
	$25670 \cdot \frac{h^4}{l^2}$	$68570 \cdot \frac{h^4}{l^2}$	$2500 \cdot \frac{h^4}{l^2}$
	$25670 \cdot \frac{BH^3-bh^3}{l^2}$	$68570 \cdot \frac{Bh^3-bh^3}{l^2}$	$2500 \cdot \frac{BH^3-bh^3}{l^2}$
	$25670 \cdot \frac{B^4-b^4}{l^2}$	$68570 \cdot \frac{B^4-b^4}{l^2}$	$2500 \cdot \frac{B^4-b^4}{l^2}$
	$25670 \cdot \frac{Bh^3+bH^3}{l^2}$	$68570 \cdot \frac{Bh^3+bH^3}{l^2}$	$2500 \cdot \frac{Bh^3+bH^3}{l^2}$

Die Festigkeit der Säulen gegen das Zerknicken kommt aber nur dann in Betracht, wenn das Verhältnis $\frac{l}{h}$, — also die Zahl, welche herauskommt, wenn man die Länge oder Höhe der Säule durch die kleinste Dimension des Querschnittes dividiert — eine gewisse Zahl überschreitet. Wird diese Zahl nicht überschritten, so mufs man die Festigkeit gegen das Zerdrücken berechnen.

In nachstehender Tabelle Nr. 28 sind die Zahlen $= \frac{l}{h}$ angegeben, bis zu welchen man nur die Zerdrückungsfestigkeit berechnen kann. Kommt also der Fall vor, wo $\frac{l}{h}$ gröfser ist, als die angegebenen Zahlen, so berechne man die Säulenstärke mit Rücksicht auf das Zerknicken.

Auch hier ist das Verhältnis $l : h$ verschieden je nach der Befestigungsart der Säulen, und ist in der Tabelle der Fall I, II und IV vorgesehen.

Nr. 28.

Säulen	mit quadratischem und rechteckigem Querschnitt			mit kreisförmigem Querschnitt		
	I. Fall	II. Fall	IV. Fall	I. Fall	II. Fall	IV. Fall
aus Holz $\frac{l}{h}$ =	7,89	15,78	31,56	6,80	13,60	27,20
aus Gufseisen $\frac{l}{h}$ =	5,10	10,20	20,40	4,41	8,82	17,64
aus Schmiedeeisen $\frac{l}{h}$ =	11,38	22,76	45,52	9,81	19,62	39,24

Tabelle Nr. 29.

Die Festigkeit der Baumaterialien gegen Zug und Druck in Kilogramm pro Quadratcentimeter.

Material.	Belastung, bei welcher der Bruch erfolgt.		Mittlere Festigkeitskoefficienten.	
	Zug.	Druck.	Zug.	Druck.
Schmiedeeisen	4040	3200	750	700
Eisenblech	3600	2800	650	600
Eisendraht	6500	—	1200	—
Gufseisen	1400	7700	250	1000
Gewöhnlicher Stahl	6000—8000	5500—7000	1300	1300
Gufsstahl, weich	5800—6200	—	2000	—
» gehärtet	10000	10000	3000	3000
Kupfer	2000—3000	4000—6000	250	250

Material.	Belastung, bei welcher der Bruch erfolgt.		Mittlere Festigkeitskoefficienten.	
	Zug.	Druck.	Zug.	Druck.
Kupferdraht	4000—5000	—	600	—
Messing	1200	700	250	150
Messingdraht	3600	—	600	—
Eichenholz	810	540	80	65
Buchenholz	880	530	90	60
Eschenholz	1100	660	110	66
Lärchenholz	1130	565	115	85
Weifstanne	970	485	100	75
Fichte	800	400	80	60
Kiefer	1050	525	105	80
Ziegel, gewöhnliche u. leichtgebrannte	—	25—40	—	2,5—4
» hartgebrannte	—	70—120	—	7—12
» gewöhnliche	—	60—85	—	5—7
Klinker	—	200—250	—	20—25
Gewöhnliches Ziegelmauerwerk in Kalkmörtel	—	—	—	7
Mauerwerk aus hartgebrannten Ziegeln in Cementmörtel	—	—	—	11
Bestes Ziegelmauerwerk in Cementmörtel	—	—	—	14
Rüdersdorfer Kalkstein	—	230	—	23
Nebraer Sandstein, roter	—	160	—	16
» » heller	—	360	—	36
Hallescher » roter	—	300	—	30
Seeberger » weifser	—	360	—	36
Rackwitzer »	72	200	7	20
Heilbronner »	—	270	—	27
Udelfanger »	—	550	—	55
Brohler Tuffstein	—	57	—	6
Trachyt vom Drachenfels	—	200	—	20
Basaltlava von Niedermendig	—	—	—	45
Granit	—	500—800	—	40—50
Syenit	—	1000—1200	—	60—75
Serpentin	—	800	—	50—60
Basalt	—	1200—1800	—	75
Oolith	—	660	—	45
Kalkstein	—	500	—	40
Marmor	—	220—500	—	20—50
Glas	140	1300	—	75
Betonwürfel von 30 cm Seite aus 1 Teil Portlandcement und 6 Teilen grobem Sand und Kies	—	60	—	—
Desgl. 1 : 8	—	80 (?)	—	—

Material.	Belastung, bei welcher der Bruch erfolgt.		Mittlere Festigkeitskoefficienten.	
	Zug.	Druck.	Zug.	Druck.
Portlandcement ohne Sandzusatz	25—30	250—300	—	—
Quarz	—	1300	—	130
Hornstein	—	1200	—	120
Diorit	—	890	—	70
Dolomit	—	610	—	50
Dolerit	—	880	—	70
Gneis	—	870	—	75
Glimmerschiefer	—	830	—	60
Porphyr	—	740	—	60
Rogenstein	—	660	—	50
Grauwacke	—	730	—	60

In obiger Tabelle gibt der Festigkeitskoefficient die Belastung pro Quadratcentimeter an, welche man dem betreffenden Material in der Praxis mit Sicherheit aufbürden kann, wobei durchschnittlich eine 10fache Sicherheit erreicht wird.

Ist das Material den Einflüssen der Witterung sehr ausgesetzt, wie z. B. Holz in äufseren Fachwänden, so nehme man nur etwa die Hälfte der im Festigkeitskoefficienten angegebenen Belastung pro Quadratcentimeter.

Bei dünnem Mauerwerk, besonders aber bei dünnen Pfeilern, nehme man ebenfalls den Festigkeitskoefficienten geringer an, bei dünnen und hohen Pfeilern etwa nur $^1/_3$ des angegebenen.

Bei dünnen Pfeilern ist eine genau horizontale Richtung der Lagerfugen, möglichst viele durchgehende Steine, (bei Quaderbau) volle Mörtelfugen und eine sorgfältige Ausführung durchaus notwendig.

Eine Belastung dünner Mauerpfeiler darf erst dann erfolgen, wenn der Mörtel genügend erhärtet ist.

Beispiele

zur Berechnung der Tragfähigkeit von gegebenen Säulen und der Säulendimensionen bei gegebener Belastung und gegebener Säulenhöhe.

I. Wieviel trägt eine hohle gufseiserne Säule mit loser Fufsplatte von 6 m Länge, wenn der äufsere Durchmesser $D = 30$ cm, der innere Durchmesser $d = 25$ cm ist?

Auflösung: Es kommt hier der Fall II in Betracht; die für diesen Querschnitt gegebene Formel würde also mit 4 zu multiplizieren sein, also $4 \times 15120 \frac{D^4 - d^4}{l^2}$ oder nach Einsetzung der Werte:

$$4 \times 15120 \cdot \frac{30^4 - 25^4}{600^2} = 4 \times 15120 \cdot \frac{810000 - 390625}{360000} = 70455 \text{ kg}.$$

II. Wieviel trägt eine hölzerne Stütze von 5 m Länge und quadratischem Querschnitt von 12 cm Seite, welche zum Abstützen einer Balkenlage beim Abbruch der Frontmauer verwendet werden soll.

Auflösung: Auch hier ist der Fall II zu Grunde zu legen.

Es würde also die Formel $2500 \frac{h^4}{l^2}$ mit 4 zu multiplizieren sein, mithin nach Einsetzung der Werte:

$$4 \times 2500 \cdot \frac{12^4}{500^2} = 829 \text{ kg}.$$

III. Wie stark ist eine runde schmiedeeiserne Stange zu machen, welche bei 4 m Länge die Last eines Unterzuges von 4000 kg tragen soll?

Auflösung: Da die Endflächen einer solchen Stange, wenn sie nicht durch Kapitäl und Sockel bedeutend verbreitert sind, nicht als unbewegliche horizontale Flächen anzusehen sind, so ist hier ebenfalls der Fall II in Rechnung zu ziehen.

Die Formel wäre also $4 \times 40380 \frac{D^4}{l^2} = 4000$, hier den bekannten Wert l eingesetzt und die Multiplikation ausgeführt

$$161520 \cdot \frac{D^4}{160000} = 4000,$$

den Wert D^4 auf eine Seite gebracht:

$$D^4 = \frac{4000 \cdot 160000}{161520}$$

$$D = \sqrt[4]{\frac{4000 \cdot 160000}{161520}} = \sqrt[4]{3962} = \textit{rot.}\ 8 \text{ cm}.$$

Die Stange würde also einen Durchmesser von 8 cm erhalten müssen.

IV. Ein Ständer in einer Fachwand habe 5 m Höhe und in der Richtung normal zur Wandfläche 15 cm Stärke, die Belastung betrage 1500 kg, wie grofs ist seine Breite in der Wandfläche zu machen?

Auflösung: Da die Wandriegel in den Ständer verzapft sind, so ist sein Querschnitt nicht als volles Rechteck zu betrachten, sondern es ist der Querschnitt durch die Zapfenlöcher zu nehmen, welcher nebenstehende Form hat.

Die Formel für diese Form ist in der drittletzten Reihe der Tabelle angegeben, nämlich

$$2500 \cdot \frac{BH^3 - bh^3}{l^2}.$$

Da die Breite des Loches $b = {}^1/_3$ der Holzbreite, also 5 cm ist, die Tiefe desselben $\frac{h}{2}$ etwa zu ${}^1/_3$ der Ständerbreite, also $= \frac{H}{3}$ anzunehmen sein würde, so würde in der Formel für $B = 15$, für $b = 5$, für $h = \frac{2H}{3}$ eingesetzt werden.

Für hölzerne Ständer ist der Fall II zu berechnen, die Formel lautet also

$$4 \cdot 2500 \cdot \frac{BH^3 - b\left(\frac{2H}{3}\right)^3}{l^2} = 1500,$$

oder nach Einsetzung der bekannten Werte

$$4 \cdot 2500 \cdot \frac{15H^3 - 5\left(\frac{2H}{3}\right)^3}{250000} = 1500,$$

$$\frac{4}{100}\cdot 15H^3 - 1\frac{13}{27}H^3 = 1500,$$

$$0{,}54H^3 = 1500,$$

$$H^3 = \frac{1500}{2{,}163} = 2774,$$

$$H = \sqrt[3]{2777} = rot\ 14.$$

Der Ständer müfste also eine Breite von 14 cm erhalten.

V. Wieviel trägt eine runde, hohle, gufseiserne Säule von 3 m Höhe, deren äufserer Durchmesser 24 cm, deren innerer Durchmesser 20 cm beträgt?

Auflösung: Bei dieser Säule kommt die Festigkeit gegen das Zerknicken nicht in Betracht, wenn man voraussetzt, dafs beide Enden aus unbeweglichen horizontalen Platten bestehen, also der Fall IV vorliegt, denn der Durchmesser ist in der Höhe weniger als 17,64 mal enthalten (siehe die betreffende Tabelle). Es ist deshalb die Festigkeit gegen das Zerdrücken in Rechnung zu ziehen.

Der Querschnitt der Säule beträgt $R^2\pi - r^2\pi$ also $12^2\cdot 3{,}14 - 10^2\cdot 3{,}14 = 138{,}16$ qcm, das Eigengewicht derselben $3\cdot 0{,}013816\cdot 7200$ kg $= 298$ kg.

Der Festigkeitskoefficient für Gufseisen ist 1000, mithin die Belastung, welche die Säule mit Sicherheit tragen kann, $= 138{,}16\cdot 1000 - 298$ kg $= 137862$ kg.

VI. Welche Wandstärke mufs eine hohle gufseiserne Säule von 4,0 m Höhe und 15 cm äufserem Durchmesser, die eine breite, mit Rippen angegossene Fufsplatte besitzt, erhalten, wenn die Belastung 27000 kg betragen soll?

Auflösung: Es kann hier der Fall III zu Grunde gelegt werden, wonach die Formel $P = 8\cdot 15120\cdot\frac{D^4 - d^4}{l^2}$ nach Einsetzung der bekannten Werte $27000 = 8\cdot 15120\cdot\frac{15^4 - d^2}{400^2}$ zur Anwendung kommt.

Dieselbe lautet nach erfolgter Multiplikation und Potenzierung

$$27000 = 120960\cdot\frac{50625 - d^4}{160000}$$

folglich: $120960d^4 = 120960\cdot 50625 - 160000\cdot 27000$; $d = 11{,}1$ cm.

Der innere Durchmesser der hohlen Säule beträgt also 11,1 cm, wodurch eine Wandstärke von $\frac{15\text{ cm} - 11{,}1\text{ cm}}{2} =$ ca. 2 cm bedingt ist.

Die Wandstärken gufseiserner Säulen sind zwischen 15 mm und 25 mm zu wählen und zwar ist für kleinere Säulen eine geringere, für hohe und dicke Säulen eine gröfsere Wandstärke zu wählen.

Es kann daher vorkommen, dafs man statt der ursprünglich angenommenen Säulendicke eine andere einsetzen mufs, wenn etwa die Wandstärke zu grofs oder zu gering ausfallen sollte.

Die Tragfähigkeit hohler Säulen ist gröfser, als die Tragfähigkeit voller Säulen von gleicher Querschnittsfläche, wenn ihre Länge so grofs ist, dafs der Widerstand gegen das Zerknicken in Betracht zu ziehen ist.

(Es ist natürlich bei hohlen Säulen nur der Querschnitt durch das Material, nicht auch durch den Hohlraum gemeint, man könnte also auch sagen: Bei gleichem Materialverbrauch tragen *hohle* Säulen mehr, als volle von gleicher Länge.)

Um hierfür ein Beispiel zu geben, wollen wir die Tragfähigkeit einer vollen gufseisernen Säule berechnen, welche dieselbe Höhe und einen gleich grofsen Querschnitt hat, als die im I. Beispiel berechnete hohle Säule.

Der äufsere Durchmesser war hier $D = 30$ cm.

Der innere Durchmesser $d = 25$ cm.

Der Flächeninhalt des Querschnitts also $\left(\frac{D^2}{2} - \frac{d^2}{2}\right)\pi$

oder $(15^2 - 12^1/_2{}^2)\pi = 215{,}875$ qcm, also für die volle Säule

$$r^2\pi = 215{,}875 \text{ qcm}, \; r = 8{,}3 \text{ cm}, \; D = 2r = 16{,}6 \text{ cm}.$$

Nehmen wir an, dafs auch hier der Fall II einzusetzen ist, so haben wir nach der Formel das Tragvermögen $= 8 \cdot 15120 \frac{D^4}{l^2}$

nach Einsetzung der Werte $= 8 \cdot 15120 \cdot \frac{(16{,}6)^4}{600^2} = 25513.$

Das Tragvermögen der hohlen Säule betrug aber $= 70455$ kg, also fast dreimal soviel, als das Tragvermögen der vollen Säule von gleichem Kubikinhalt, resp. gleichem körperlichen Querschnitt.

Nachstehend geben wir einige Tabellen über die Tragfähigkeit gufseiserner Stützen von verschiedenem Querschnitt und verschiedener Länge. Die Tabellen sind dem im Auftrage und unter Mitwirkung des Aachener Bezirksvereins deutscher Ingenieure von Professor Intze herausgegebenen kleinen Werke: „Tabellen und Beispiele für eine rationelle Verwendung des Eisens zu einfachen Baukonstruktionen" (Berlin, Verlag von Carl Beelitz), entnommen und lassen wir auch dessen Erläuterungen folgen, wobei wir bemerken, dass das Verhält-

nis $l : h$, welches in unserer Tabelle auf Seite 90 für den II. Zerknickungsfall zu 8,82 angegeben ist, hier zu 19,3 angenommen wurde, also annähernd wie für Schmiedeeisen. Auch ergibt ein Vergleich der angegebenen Tragfähigkeit der Säulen mit der aus der Tabelle auf Seite 90 resultierenden die Annahme eines etwas gröfseren Festigkeitskoefficienten.

„Überschreitet die Länge der Säule den 19,3fachen Durchmesser, so mufs nach der Formel für Zerknicken gerechnet werden, während für kürzere Säulen der einfache Druckquerschnitt mafsgebend ist.

In den nachfolgenden Tabellen ist die Tragfähigkeit der im Hochbau hauptsächlich angewandten, verschieden gestalteten Stützen angegeben. Bis zu der Grenze der Länge, bei welcher für eine gegebene Belastung sowohl gegen einfachen Druck, als auch gegen Zerknicken derselbe Querschnitt ausreicht, ist für einen bestimmten Querschnitt dieselbe Belastung bei verschiedenen Stützenlängen zulässig, während diese Belastung rasch abnimmt, sobald die vorhin genannte Grenze der Länge überschritten wird.

Da bei Rücksichtnahme auf Zerknicken eine Materialverschwendung eintreten mufs, so wird man bei Benutzung der Tabellen das gegebene P zunächst unter den links von der angegebenen Grenze stehenden Zahlen (unter Berücksichtigung der gegebenen Säulenlänge) suchen müssen und erst dann in die Rubriken rechts von der Grenze übergehen, wenn das gegebene P links nicht mehr zu finden ist, oder der sich ergebende Säulendurchmesser (resp. die Stützenstärke der übrigen Querschnittsformen) aus besonderen Gründen nicht passend sein sollte.

Bei den angegebenen Gewichten für liegend und stehend gegossene Säulen ist vorausgesetzt, dass überall im Querschnitte die aus der theoretischen Querschnittsfläche sich ergebende Dicke als Minimal-Wanddicke vorhanden ist, so dass die beim Gufs eintretende Verschiebung des Gufskernes durch die entsprechende Vergröfserung des Gewichtes im Vergleich zum theoretischen in Rücksicht gezogen ist. Hieraus erklärt sich, dafs die Gewichte für liegend gegossene Hohlsäulen gröfser als für stehend gegossene angegeben sind, wenn auch die Tragfähigkeit dieselbe Gröfse hat, da bei stehend gegossenen Säulen die Verschiebung des Kernes eine wesentlich geringere ist, als bei liegend gegossenen.

Findet man die gegebene Belastung P rechts von der Grenze, so wird man immer noch zu prüfen haben, ob nicht das Gewicht einer Säule, welche bei der gegebenen Länge eine gröfsere Tragfähigkeit links von der Grenze zeigt, kleiner ist, als das zuerst gefundene Gewicht, da man in diesem Falle die tragfähigere, aber leichtere Säule vorziehen wird."

Tabelle Nr. 30 und 31.

Tragfähigkeit und Gewicht gufseiserner Stützen von quadratischem Querschnitt.

Für hohle Stützen $P = 13{,}8 \frac{(B^2+b^2)(B^2-b^2)}{l^2}$ oder höchstens $P = (B^2-b^2)500$.

Für volle Stützen $P = 13{,}8 \frac{B^4}{l^2}$ oder höchstens $P = B^2 . 500$.

Position.	Mittlere äufsere Stärke B in Centimetern.	Minimal-Wandstärke s in Centimetern.	Theoretische Querschnittsfläche in Quadratcentimetern.	Gewicht pro stgd. Meter in Kilogramm: liegend gegossen.	Gewicht pro stgd. Meter in Kilogramm: stehend gegossen.	Länge der Stützen in Metern: 1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
						Tragfähigkeit (P) in Kilogramm bei 6facher Sicherheit.									
1	Volle Stützen 5	—	25	19	19	3 800	2 200	1 400	1 000	700	500	400	300	300	200
2	Volle Stützen 6	—	36	27	27	7 900	4 500	2 900	2 000	1 500	1 100	900	700	600	500
3	Volle Stützen 7	—	49	37	37	14 700	8 300	5 300	3 700	2 700	2 100	1 600	1 300	1 100	900
4		1,0	28	26	22	**14 000**	9 700	6 200	4 300	3 200	2 400	1 900	1 500	1 300	1 100
5	8	1,2	33	30	26	**16 500**	10 800	6 900	4 800	3 500	2 700	2 100	1 700	1 400	1 200
6		1,4	37	33	29	**18 500**	11 600	7 400	5 200	3 800	2 900	2 300	1 900	1 500	1 300
7		1,0	32	30	25	**16 000**	14 400	9 200	6 400	4 700	3 600	2 800	2 300	1 900	1 600
8	9	1,2	37	34	29	**18 500**	16 000	10 200	7 100	5 200	4 000	3 200	2 600	2 100	1 800
9		1,4	43	38	34	**21 500**	17 700	11 300	7 800	5 800	4 400	3 500	2 800	2 300	2 000
10		1,0	36	34	28	**18 000**	**18 000**	13 000	9 100	6 700	5 100	4 000	3 300	2 700	2 300
11	10	1,2	42	38	33	**21 000**	**21 000**	14 700	10 200	7 500	5 700	4 500	3 700	3 000	2 500
12		1,4	48	43	38	**24 000**	**24 000**	16 100	11 200	8 200	6 300	5 000	4 000	3 300	2 800
13		1,0	40	38	32	**20 000**	**20 000**	17 800	12 400	9 100	7 000	5 500	4 500	3 700	3 100
14	11	1,2	47	43	37	**23 500**	**23 500**	20 200	14 100	10 300	7 900	6 200	5 100	4 200	3 500
15		1,4	54	48	43	**27 000**	**27 000**	22 400	15 600	11 400	8 800	6 900	5 600	4 600	3 900
16		1,0	44	42	35	**22 000**	**22 000**	**22 000**	16 500	12 100	9 300	7 300	5 900	4 900	4 100
17	12	1,3	56	50	44	**28 000**	**28 000**	**28 000**	19 900	14 600	11 200	8 900	7 200	5 900	5 000
18		1,6	67	58	53	**33 500**	**33 500**	**33 500**	22 700	16 700	12 800	10 100	8 200	6 800	5 700
19		1,0	48	45	38	**24 000**	**24 000**	**24 000**	21 300	15 700	12 000	9 500	7 700	6 400	5 300
20	13	1,3	61	55	48	**30 500**	**30 500**	**30 500**	25 900	19 000	14 600	11 500	9 300	7 100	6 500
21		1,6	73	64	58	**36 500**	**36 500**	**36 500**	29 700	21 800	16 700	13 200	10 700	8 800	7 400

22	14	1,0	[illegible]	49	41	26 000	26 000	26 000	26 000	19 900	15 200	12 000	9 800	8 100	6 800
23		1,3	66	59	52	33 000	33 000	33 000	33 000	24 200	18 600	14 700	11 900	9 800	8 200
24		1,6	79	69	62	39 500	39 500	39 500	39 500	27 900	21 300	16 900	13 600	11 300	9 500
25	15	1,0	56	53	44	28 000	28 000	28 000	28 000	24 900	19 000	15 000	12 200	10 100	8 500
26		1,5	81	71	64	40 500	40 500	40 500	40 500	33 700	25 800	20 400	16 500	13 600	11 500
27		2,0	104	88	82	52 000	52 000	52 000	52 000	40 500	31 000	24 500	19 900	16 400	13 800
28	16	1,0	60	57	48	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	23 400	18 500	15 000	12 400	10 400
29		1,5	87	76	69	43 500	43 500	43 500	43 500	41 700	31 900	25 200	20 400	16 900	14 200
30		2,0	112	95	89	56 000	56 000	56 000	56 000	50 500	38 600	30 500	24 700	20 400	17 200
31	17	1,0	64	60	51	32 000	32 000	32 000	32 000	32 000	28 400	22 400	18 200	15 000	12 600
32		1,5	93	82	74	46 500	46 500	46 500	46 500	46 500	38 900	30 700	24 900	20 600	17 300
33		2,0	120	102	95	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	47 400	37 500	30 300	25 100	21 100
34	18	1,0	68	64	54	34 000	34 000	34 000	34 000	34 000	34 000	26 900	21 800	18 000	15 100
35		1,5	99	87	78	49 500	49 500	49 500	49 500	49 500	46 900	37 000	30 000	24 800	20 800
36		2,0	128	108	102	64 000	64 000	64 000	64 000	64 000	57 400	44 100	36 700	30 400	25 500
37	19	1,0	72	68	57	36 000	36 000	36 000	36 000	36 000	36 000	31 900	25 800	21 400	17 900
38		1,5	105	92	83	52 500	52 500	52 500	52 500	52 500	52 500	44 100	35 800	29 600	24 800
39		2,0	136	115	108	68 000	68 000	68 000	68 000	68 000	68 000	54 300	44 000	36 400	30 600
40	20	1,0	76	71	60	38 000	38 000	38 000	38 000	38 000	38 000	38 000	30 400	25 100	21 100
41		1,5	111	97	88	55 500	55 500	55 500	55 500	55 500	55 500	52 100	42 200	34 900	29 300
42		2,0	144	122	114	72 000	72 000	72 000	72 000	72 000	72 000	64 400	52 100	43 100	36 200
43	25	1,5	141	122	112	70 500	70 500	70 500	70 500	70 500	70 500	70 500	70 500	70 500	59 900
44		2,0	184	154	146	92 000	92 000	92 000	92 000	92 000	92 000	92 000	92 000	89 500	75 200
45		2,5	225	185	178	112 500	112 500	112 500	112 500	112 500	112 500	112 500	112 500	105 200	88 400
46	30	1,5	171	150	136	85 500	85 500	85 500	85 500	85 500	85 500	85 500	85 500	85 500	85 500
47		2,0	224	190	177	112 000	112 000	112 000	112 000	112 000	112 000	112 000	112 000	112 000	112 000
48		2,5	275	226	217	137 500	137 500	137 500	137 500	137 500	137 500	137 500	137 500	137 500	137 500
49		3,0	324	262	256	162 000	162 000	162 000	162 000	162 000	162 000	162 000	162 000	162 000	162 000
50	35	2,0	264	223	209	132 000	132 000	132 000	132 000	132 000	132 000	132 000	132 000	132 000	132 000
51		2,5	325	268	257	162 500	162 500	162 500	162 500	162 500	162 500	162 500	162 500	162 500	162 500
52		3,0	384	311	303	192 000	192 000	192 000	192 000	192 000	192 000	192 000	192 000	192 000	192 000
53		3,5	441	353	349	220 500	220 500	220 500	220 500	220 500	220 500	220 500	220 500	220 500	220 500
54	40	2,0	304	257	240	152 000	152 000	152 000	152 000	152 000	152 000	152 000	152 000	152 000	152 000
55		3,0	444	359	350	222 000	222 000	222 000	222 000	222 000	222 000	222 000	222 000	222 000	222 000
56		4,0	576	462	455	288 000	288 000	288 000	288 000	288 000	288 000	288 000	288 000	288 000	288 000

4,8
k pro Qu
200
500
800
1 000
1 100
1 300
1 400
1 500
1 700
2 000
2 100
2 100
2 500
2 800
3 100
2 800
3 600
3 800
4 10
4 30
3 8
4 7
5 2
5 5
5 9
4 9
6 2
6
7
7
6
8
8
9
10
7
1
11

4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0
k pro Quadratcentimeter.						
200	200	200	200	200	200	100
500	400	400	400	300	300	300
800	800	700	700	600	600	500
1 000	900	800	800	700	700	600
1 100	1 100	1 000	900	800	800	700
1 300	1 200	1 100	1 000	900	900	800
1 400	1 200	1 200	1 100	1 000	900	900
1 500	1 300	1 200	1 200	1 100	1 000	900
1 700	1 600	1 500	1 400	1 300	1 200	1 100
2 000	1 800	1 700	1 600	1 400	1 300	1 300
2 100	1 900	1 800	1 600	1 500	1 400	1 300
2 100	1 900	1 800	1 600	1 500	1 400	1 300
2 500	2 300	2 100	1 900	1 800	1 700	1 600
2 800	2 600	2 400	2 200	2 100	1 900	1 800
3 100	2 800	2 600	2 400	2 200	2 100	2 000
2 800	2 600	2 400	2 200	2 100	1 900	1 800
3 600	3 300	3 000	2 800	2 600	2 400	2 300
3 800	3 500	3 300	3 000	2 800	2 600	2 400
4 100	3 800	3 500	3 200	3 000	2 800	2 600
4 300	4 000	3 700	3 400	3 200	2 900	2 800
3 800	3 500	3 200	3 000	2 800	2 600	2 400
4 700	4 400	4 000	3 800	3 500	3 300	3 000
5 200	4 800	4 400	4 100	3 800	3 600	3 300
5 500	5 100	4 700	4 400	4 100	3 800	3 500
5 900	5 400	5 000	4 600	4 300	4 000	3 700
4 900	4 500	4 200	3 900	3 600	3 300	3 100
6 200	5 700	5 300	4 900	4 600	4 300	4 000
6 800	6 300	5 800	5 400	5 000	4 700	4 400
7 300	6 700	6 200	5 800	5 400	5 000	4 700
7 700	7 100	6 600	6 100	5 700	5 300	5 000
6 200	5 700	5 300	4 900	4 600	4 300	4 000
8 000	7 400	6 800	6 300	5 900	5 500	5 100
8 700	8 000	7 400	6 900	6 400	6 000	5 600
9 400	8 700	8 000	7 400	6 900	6 400	6 000
10 000	9 200	8 500	7 900	7 300	6 800	6 400
7 800	7 100	6 600	6 100	5 700	5 300	5 000
10 000	9 200	8 500	7 900	7 300	6 800	6 400
11 000	10 100	9 400	8 700	8 100	7 500	7 000
11 900	10 900	10 100	9 400	8 700	8 100	7 600
12 600	11 700	10 800	10 000	9 300	8 700	8 100

Position.	Mittlerer äufserer Durchmesser D in Centimetern. cm	Minimal-Wanddicke s in Centimetern. cm	Theoretische Querschnittsfläche in Quadratcentimetern. □cm	Wirkliche[s Ge]wicht der [ausge]führten S[äule] pro [laufenden Meter] steigenden … in Kilogr[amm] liegend gegossen.	st[ehend] g[egossen].	…	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0
						$P = (D^2 - d^2)\frac{\pi}{4}\,500.$ $D^2\frac{\pi}{4}\,500.$ …00 kg Maximaldruck pro Quadratcentimeter.						
41	16	1,0	47	44		…00	8 800	8 100	7 500	7 000	6 500	6 100
42		1,4	64	57		…00	11 400	10 600	9 800	9 100	8 500	7 900
43		1,6	72	62		…00	12 500	11 600	10 700	10 000	9 300	8 700
44		1.8	80	68		…00	13 500	12 500	11 600	10 800	10 100	9 400
45		2,0	88	74		…00	14 500	13 400	12 400	11 600	10 800	10 100
46	17	1,0	50	47		…00	10 700	9 900	9 100	8 500	7 900	7 400
47		1,4	69	61		…00	13 800	12 800	11 900	11 000	10 300	9 600
48		1,8	86	74		…00	16 600	15 300	14 200	13 200	12 300	11 500
49		2,2	103	86		…00	18 900	17 400	16 200	15 000	14 000	13 100
50		2,6	118	97		…00	20 800	19 200	17 800	16 600	15 500	14 400
51	18	1,0	53	50		…00	12 800	11 800	11 000	10 200	9 500	8 900
52		1,4	73	65		…00	16 700	15 500	14 300	13 300	12 400	11 600
53		1,8	92	79		…00	20 100	18 600	17 300	16 000	15 000	14 000
54		2,2	109	91		…00	22 900	21 200	19 700	18 300	17 000	15 900
55		2,6	126	103		…00	25 300	23 400	21 700	20 200	18 800	17 600
56	19	1,0	57	54		…0	15 200	14 000	13 000	12 100	11 300	10 500
57		1,4	77	68		…0	20 000	18 500	17 100	15 900	14 900	13 900
58		1,8	97	83		…0	24 000	22 200	20 600	19 200	17 900	16 700
59		2,2	116	97		…0	27 500	25 400	23 600	21 900	20 500	19 100
60		2,6	134	110		…0	30 500	28 200	26 200	24 300	22 700	21 200
61	20	1,4	82	73		…0	23 500	21 700	20 100	18 700	17 400	16 300
62		1,8	103	88		…0	28 400	26 300	24 300	22 600	21 100	19 700
63		2,2	123	103		…0	32 700	30 200	28 000	26 100	24 300	22 700
64		2,6	142	116		…0	36 300	33 600	31 100	28 900	27 000	25 200
65	21	1,4	86	76		…	27 500	25 400	23 600	21 900	20 400	19 100
66		1,8	109	93		…	33 300	30 800	28 500	26 500	24 700	23 100
67		2,2	130	109		…	38 300	35 400	32 900	30 600	28 500	26 600
68		2,6	150	123		…	42 800	39 500	36 700	34 100	31 800	29 700
69	22	1,4	91	80		…	31 800	29 500	27 200	25 300	23 600	22 100
70		1,8	114	98		…	38 700	35 800	33 100	30 800	28 700	26 900
71		2,2	137	114		…	44 800	41 400	38 400	35 700	33 300	31 100
72		2,6	158	130		…	50 100	46 400	43 000	40 000	37 300	34 800
73	23	1,4	95	84		…	36 700	34 000	31 500	29 300	27 300	25 500
74		1,8	120	103		…	44 900	41 500	38 500	35 800	33 300	31 200
75		2,2	144	120		…	51 900	48 000	44 500	41 400	38 600	36 000
76		2,6	167	137		…	58 100	53 700	49 800	46 300	43 200	40 400
77	24	1,4	99	88		…	42 200	39 000	36 200	33 600	31 300	29 300
78		1,8	126	108		…	51 400	47 500	44 100	41 000	38 200	35 700
79		2,2	151	126		…	59 700	55 200	51 200	47 600	44 400	41 500
80		2,6	175	144		…	67 100	62 100	57 500	53 500	49 900	46 600

Tabelle Nr. 35.

Absolutes Gewicht verschiedener Körper pro Kubikmeter.

	Gewicht pro Kubikmeter in Kilogramm.	
Asphalt	1100—1200	
Anthracit	1300—1700	
Basalt	2700—3200	
Bimsstein	900—1600	
Blei	11350—11370	
Braunkohle	1200—1500	
Bronze	8300—8600	
Cement	2500—3100	
Eis	910—930	
Eisen, Schmiede-	7600—7800	
» Gufs-	7000—7500	
» Draht	7600—7800	
Erde	1350—2400	
Feldspat	2600	
Feldstein im Mittel	2500	
Feuerstein	2600	
Galmei	3380	
Gips, gebrannt	1810	
» gegossen	970	
Glas, Fenster-	2600	
» Spiegel	2460	
Glockenmetall	8800	
Gneis	2400—2700	
Granit	2500—3000	
Graphit	1800—2300	
Holz.	Grün	Lufttrocken
Ahorn	900	700
Birke	900	700
Buche, Rot-	970	750
» Weifs-	1000	720
Buchsbaum	1000	970
Ceder	—	570
Ebenholz	—	1200
Eiche	1030	620—850
Erle	900	500—600
Esche	850	640
Fichte	800—920	470
Kiefer	860—910	550—620
Lärche	830	520—590
Linde	820	560—590
Nufsbaum	880	660
Pappel	770	400—500
Tanne	800—900	500—600
Ulme	930—990	660—740
Weide	760—990	410—580

	Gewicht pro Kubikmtr. in Kilogramm.
Holzkohle	
von Nadelholz	280—400
von hartem Holz	470
von Eichenholz	570
Kalkstein	2400—2800
Kalkmörtel	1600—1800
Kiesel	2300—2700
Knochen	1600
Kochsalz	2100—2200
Kreide	1800—2600
Kupfer, gegossen	8600—8900
» gehämmert	
» gewalzt	8800—9000
» Draht	
Lava	2760
Lehm, durchsch.	1600—1800
Marmor	2500—2850
Mauerwerk v. Bruchstein.	2400—2460
» von Sandstein	2050—2120
» gewöhnl. von Ziegeln.	1470—1700
» von Hohlziegeln	950—1300
Mergel	2400—2600
Messing	8400—8700
Porphyr	2400—2800
Porzellanerde	1150—1200
Quarz	2500—2800
Sand	1400—1900
Sandstein	1900—2700
Schiefer	2600—2700
Schnee	100
Schwefel	1960—2070
Schwerspat	4480—4720
Stahl, Cement-	7260—7800
» Frisch-	7500—7800
» Gufs-	7800—7900
Steinkohlen	1200—1500
Talkerde	2350
Thon	1800—2600
Ziegel	1400—2200
Zink, gegossen	6860
» gewalzt	7200
Zinn	7180—7300
Ziegelmauerwerk, frisches	2400—2460
» trockenes	1470—1700

Tabelle Nr. 36.

Absolutes Gewicht der mit Zwischenräumen geschütteten oder geschichteten Körper pro Kubikmeter in Kilogramm.

	Gewicht pro Kubikmtr. in Kilogramm.		Gewicht pro Kubikmtr. in Kilogramm.
a. Landwirtschaftliche Gegenstände.			
Buchweizen	540—590	Heu, geringes	80—100
Erbsen	710—850	» gutes	100—120
Gerste	530—750	Kartoffeln	620—830
Gras und Klee	330—360	Mehl	1500—1550
Hafer	380—480	Mist	700—900
Hanfsamen	500—570	Roggen	600—800
Erbsen- u. Wickenstroh	50—60	Weizen	700—800
Gersten- u. Haferstroh	70—80	Weifse Bohnen	840—880
Roggen- u. Weizenstroh	90—100	Wicken	670—880
b. Brennmaterialien.			
Buchenholz	400—440	Torfcoaks	250—300
Eichenholz	430—580	Holzkohlen aus hartem Holz	180—250
Fichtenholz	300—340	» aus weichem Holz	130—180
Tannenholz	300—380	Steinkohlen in kleinen Stücken	850—950
Torf, lockerer heller	120—350	» in grofsen Stücken	900—1050
» brauner	240—600	Coaks	350—550
» Erd-	560—910		
» Pech-	640—1100		

Die Dächer.

Obgleich in den unzähligen, diesen Gegenstand behandelnden Werken eine grofse Auswahl guter Dachbinder dargestellt ist*, hat man doch oft Gelegenheit, eine wahrhaft staunenswerte Unvollkommenheit und Unzweckmäfsigkeit besonders kleinerer ausgeführter Dachbinder zu bemerken. Aus diesem Grunde sind in vorstehenden Tafeln verschiedene zweckmäfsig konstruierte Dachbinder für gröfsere und kleinere Dachweiten, und von verschiedenen Bedingungen ausgehend, dargestellt.

Wenn der Dachraum vollständig zu Zimmern und Kammern ausgebaut ist, so macht die Unterstützung der Sparren weiter keine Schwierigkeit, da die Wände gewöhnlich genügende Unterstützungen

* Freilich leider auch eine ganz erkleckliche Anzahl solcher, die nichts weniger als musterhaft sind.

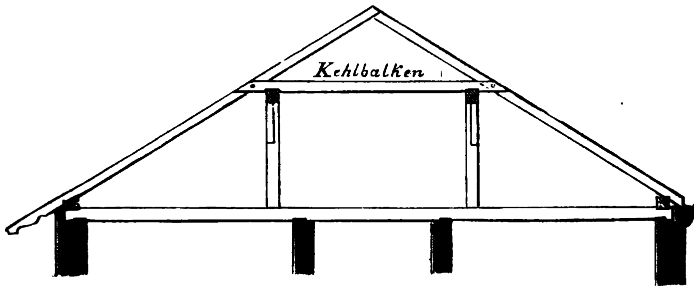


Fig. 48.

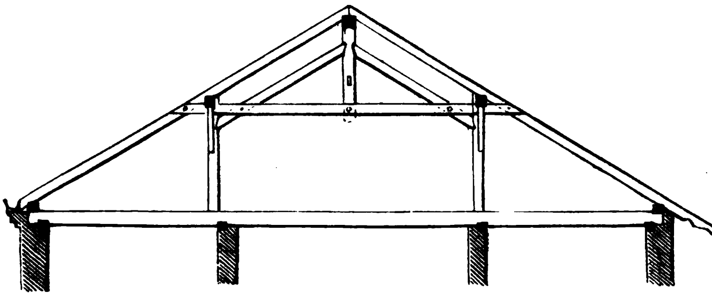


Fig. 49.

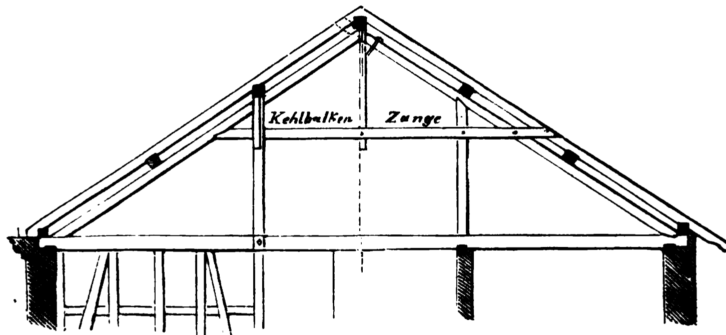


Fig. 50.

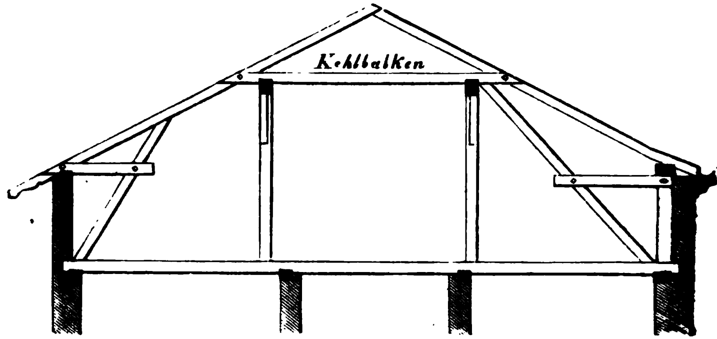


Fig. 51.

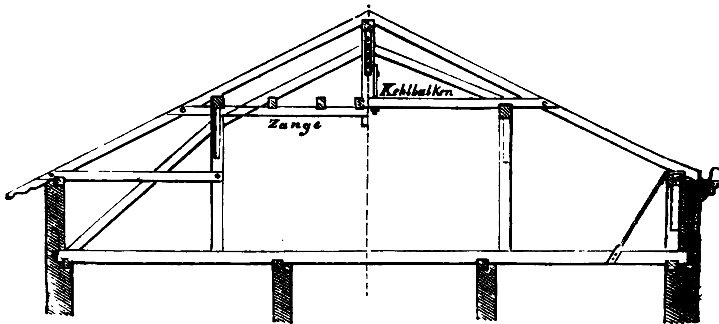


Fig. 52.

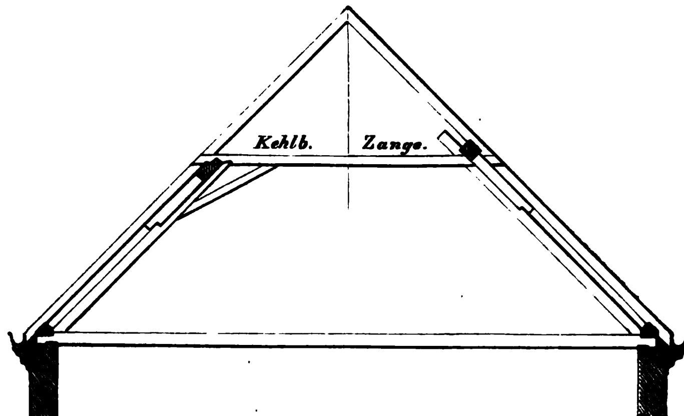


Fig. 53.

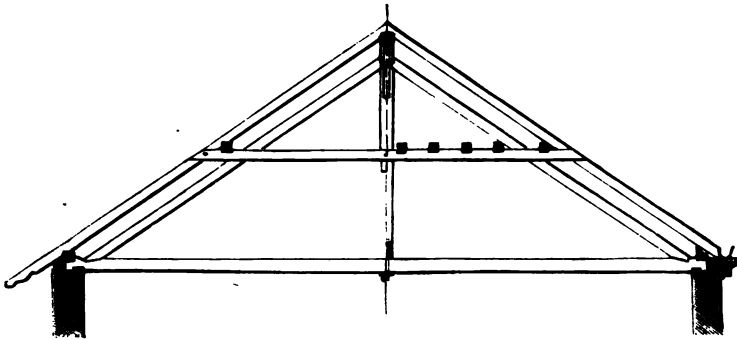


Fig. 54,

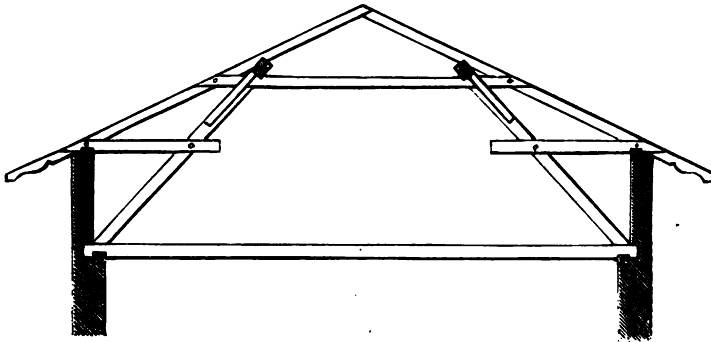


Fig. 55.

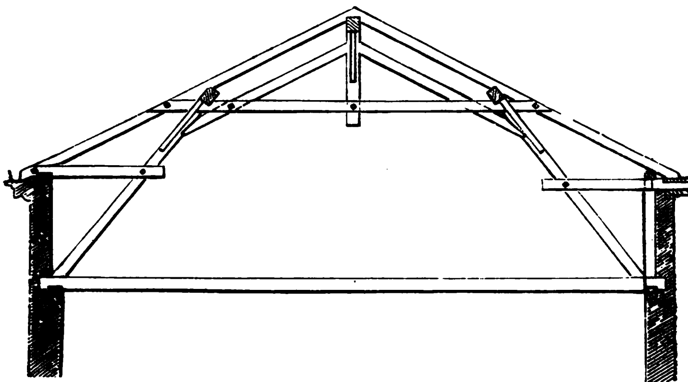


Fig. 56.

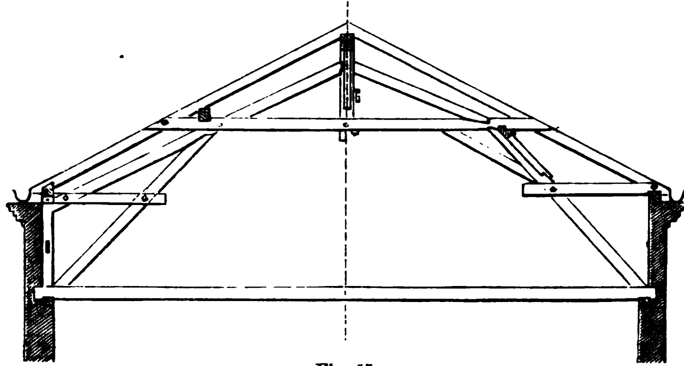


Fig. 57.

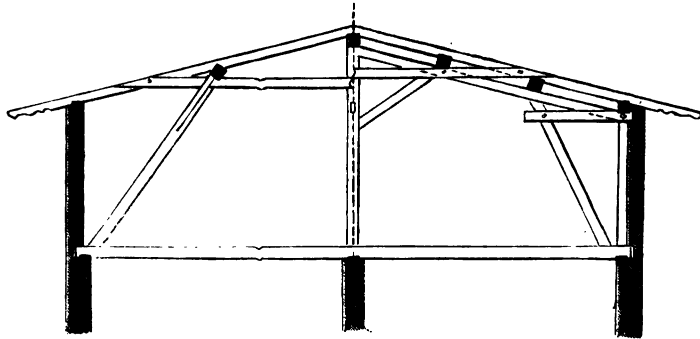


Fig. 58.

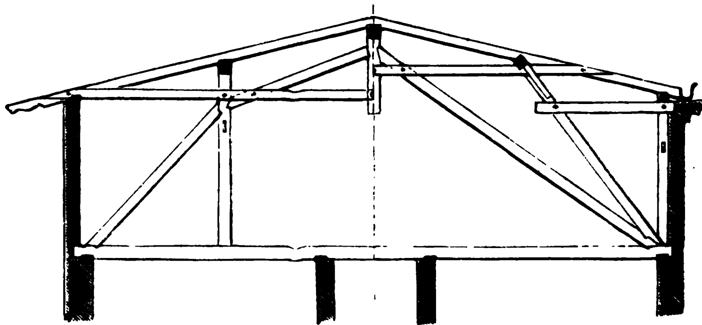


Fig. 59.

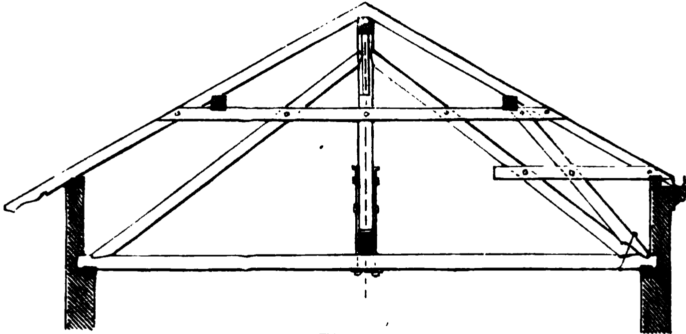


Fig. 60.

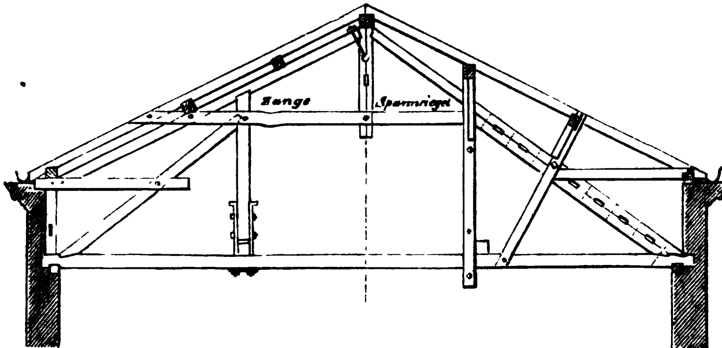


Fig. 61.

für Pfetten oder Kehlbalkenlagen bilden; nur bei ganz oder teilweise freien Dachräumen ist durch besondere Binder für die Unterstützung der Sparren und Unverschiebbarkeit des Dachgerüstes zu sorgen.

Bei günstiger Lage der Scheidemauern oder Mittelmauern eines Gebäudes geschieht die Unterstützung der Pfetten oder Kehlbalkenlagen am einfachsten durch lotrechte Ständer, welche auf den auf diesen Mauern liegenden Balken oder Wechseln stehen.

Die Längenverstrebung ist dann durch Kopfbänder, welche unter die Pfetten oder Rähme fassen, herzustellen. Die Fig. 48, 49 und 50 zeigen solche Verbände. Hat das Gebäude ein Halbgeschofs, so sind zur Befestigung der Mauerpfetten noch Streben und Zangen nötig, wie in den Fig. 51 und 52 dargestellt ist.

Die Verzapfung der Sparren in die Balken ist eine Konstruktion, die wohl selten mehr vorkommt, und mit Recht, da die Balken dadurch mehr geschwächt werden, als durch das Verkämmen der Fufspfette, und die fast unvermeidlichen Aufschieblinge dem Dach

eine unschöne Form geben; aus diesen Gründen soll diese Konstruktion hier unberücksichtigt bleiben.

Die Fig. 53—61 zeigen Dachbinder, welche die Dachlast ganz auf die Umfassungsmauern übertragen, und zwar sind hier Gebäude mit und ohne Halbgeschofs berücksichtigt.

Will man hier im Dachgeschosse noch eine Zwischendecke anbringen, so legt man die Balken parallel zu den Pfetten auf die Zangen, wie in einigen Figuren durch Schnitte der Balken dargestellt ist.

Doch kann man auch vollständige Kehlbalkenlagen anwenden, sodafs jedes Gespärre einen Kehlbalken erhält (Fig. 48, 51 u. s. w.). hierbei ist aber zu berücksichtigen, dass, wenn keine Firstpfette vorhanden ist, die Kehlbalken nicht in die Sparren verzapft, sondern seitlich schwalbenschwanzförmig verblattet werden müssen, um den Sparrenschub für die Fufspfette unschädlich zu machen. Die Kehlbalken müssen aufserdem durch einen dünnen Schraubenbolzen oder mindestens einen starken schmiedeeisernen Nagel mit den Sparren verbunden werden.

Die Anordnung einer Firstpfette zur Aufhebung des Sparrenschubes ist übrigens auch für Dächer mit geringer Spannweite immer zu empfehlen.

Die Fig. 58 und 59 zeigen Binder für sehr flache Dächer, die Fig. 60 und 61 für solche, wo die Balken keine Unterstützung durch innere Mauern oder Wände haben, deshalb also durch Hängewerke unterstützt werden müssen.

Die Dachneigung und die Belastung der Dächer.

Der Winkel, welchen die Dachfläche mit der Horizontalebene bildet, ist in erster Linie abhängig von dem Material, mit welchem das Dach eingedeckt werden soll.

Besteht das Deckmaterial aus natürlichen oder künstlichen Steinen (Schiefer, Sandsteinplatten, Dachziegel) oder Metall, so ist für jedes dieser Materialien ein gewisser Neigungswinkel als kleinster Neigungswinkel festgestellt, bei welchem das Dach noch mit Sicherheit gegen Regen und Schneetreiben dicht eingedeckt werden kann. Es ist bei diesen Materialien aber nicht schädlich, diesen Winkel gröfser anzunehmen, also das Dach steiler zu machen.

Bei anderen Deckmaterialien aber, als Asphalt, Dachpappe, Dachfilz, Holzcement, ist eine Grenze vorhanden, über welche der Neigungswinkel nicht vergröfsert werden darf, während eine nahezu wagerechte Lage der Dachflächen ohne Nachteile ist.

Natürlich ist auch bei gleichem Deckmaterial die Dachneigung von Einflufs auf die Stärke der Sparren. Ebenso ist die Gröfse des Wind- und Schneedruckes, welche bei der Berechnung der Stärke der Konstruktionsteile eines Daches mit in Betracht gezogen werden

muss, bei verschiedener Dachneigung eine verschiedene. In nachstehender Tabelle sind die verschiedenen Neigungswinkel der Dächer in Rücksicht auf das Deckmaterial in der Weise angegeben, dafs die aufgeführten Bruchzahlen das Verhältnis der Dachhöhe zur Dachbreite angeben, bei Zugrundelegung eines Satteldaches, ferner das Eigengewicht eines Quadratmeters Dachfläche (Deckmaterial, Belattung oder Schalung und Sparren), dann die Wirkungen des Winddruckes auf einen Quadratmeter Dachfläche, und zwar der Druck desselben in horizontaler Richtung, der hieraus sich ergebende Normaldruck und der aus letzterem resultierende lotrechte Druck auf einen Quadratmeter Dachfläche.

Die Richtung des Windes ist als eine horizontale angenommen, da wenn auch die Windrichtung mehr oder minder den Erhöhungen und Senkungen der Erdoberfläche folgen wird oder aus anderen Ursachen von der horizontalen abweichen kann, die mittlere Richtung doch kaum eine andere sein kann. Der horizontale Winddruck auf eine vertikale Fläche ist zu 115 kg pro Quadratmeter angenommen, was einer Windgeschwindigkeit von etwa 31,40 m in der Sekunde entspricht.* Es ist dann der gröfste Winddruck auf einen Quadratmeter Dachfläche, welche mit der Horizontalebene den Winkel α einschliesst, in horizontaler Richtung $h = \sin\alpha \cdot 115$ kg, der Normaldruck des Windes auf den Quadratmeter Dachfläche, welcher auf die Biegungsfestigkeit der Sparren einwirkt, $n = \sin^2\alpha \cdot 115$ kg. Um die lotrechte Belastung der Dachfläche durch den Wind, welche auf die Biegungsfestigkeit der Pfetten einwirkt, zu erhalten, zerlegt man den Normaldruck in eine horizontale und eine vertikale Kraft; letztere ist dann pro Quadratmeter Dachfläche $l = \cos\alpha \cdot \sin^2\alpha \cdot 115$ kg. Der in den Tabellen angegebene lotrechte Schneedruck pro Quadratmeter Dachfläche ist $S = \cos\alpha \cdot 78$ kg, da der gröfste Schneedruck $= 78$ kg pro Quadratmeter Horizontalfläche ist.

Der gröfste Gesamtdruck normal zur Dachfläche, welcher bei der Berechnung der Sparrenstärken zu Grunde gelegt werden mufs, ist pro Quadratmeter

$$N = n + \cos\alpha\,(g + S)$$

$$\text{oder} \quad \sin^2\alpha \cdot 115\,\text{kg} + \cos\alpha \cdot g + \cos^2\alpha \cdot 78\,\text{kg}.$$

Der gröfste lotrechte Gesamtdruck, welcher bei der Berechnung der Pfettenstärken in Betracht kommt, ist pro Quadratmeter

$$L = g + S + l,$$

worin g das Eigengewicht eines Quadratmeters Dachfläche bezeichnet.

---

* Bezeichnet man die Strecke, welche der Wind in der Sekunde zurücklegt, mit V in Metern ausgedrückt, so ist der Winddruck pro Quadratmeter normal zur Windrichtung stehender Fläche $W = 0{,}116\,V^2$ kg.

Tabelle Nr. 37.

Gewicht verschiedener Dächer pro Quadratmeter Dachfläche.

Art der Dächer.	Dachhöhe dividiert durch die Dachbreite.	Eigengewicht eines Quadratmeters Dachfläche	Winddruck pro Quadratmeter Dachfläche			Lotrechter Schneedruck pro Quadratmeter Dachfläche	Größte Gesamtlast pro Quadratmeter Dachfläche		Für die Sparren- und Pfettentabellen zu Grunde gelegte Gesamtlast pro Quadratmeter Dachfläche	
			horizontal	normal zur Dachfläche	vertikal		normal zur Dachfläche	lotrecht	normal	lotrecht
		g	*h*	*n*	*l*	*S*	*N*	*L*		
Doppel- und Kronziegeldach	1/2	127	81,3	57,4	40,6	55,1	186,1	222,7	200	225
do.	1/3	127	64,1	35,5	29,5	65,0	195,0	221,5		
Einfaches Ziegeldach	1/2	102	81,3	57,4	40,6	55,1	168,4	197,7	175	200
do.	1/3	102	64,1	35,5	29,5	65,0	174,1	196,5		
Gewöhnliches Schieferdach	1/2	76	81,3	57,4	40,6	55,1	150,0	171,7		
do.	1/3	76	64,1	35,5	29,5	65,0	152,5	170,5	158	175
do.	1/4	76	51,4	23,0	20,5	70,0	153,0	166,5		
do.	1/5	80	42,6	15,8	14,7	72,3	157,1	167,0		
Asphaltdach mit Lehmunterlage	1/8	75	28,0	6,8	6,6	75,7	153,0	157,3		
do.	1/9	75	25,0	5,4	5,3	76,2	153,0	156,5	175	180
do.	1/10	75	22,5	4,4	4,3	76,5	152,9	155,8		
Asphaltdach mit Fliesenunterlage	1/8	102	28,0	6,8	6,6	75,7	179,2	184,3		
do.	1/9	102	25,0	5,4	5,3	76,2	179,3	183,5	200	205
do.	1/10	102	22,5	4,4	4,3	76,5	179,3	182,7		
Dach mit Sollinger Schablonenplatten	1/2	110	81,3	57,4	40,6	55,1	174,1	205,7		
do.	1/3	110	64,1	35,5	29,5	65,0	180,8	204,5	190	210
do.	1/4	115	51,4	23,0	20,5	70,0	187,7	205,5		

Stroh- und Rohrdach ohne Lehm	2/3	61	92,0	73,6	44,2	46,8	138,3	152,0	140	160
do.	1/2	61	81,3	57,4	40,6	55,1	139,5	156,7		
Stroh- und Rohrdach mit Lehmbewurf	2/3	76	92,0	73,6	44,2	46,8	147,3	167,0	150	172
do.	1/2	76	81,3	57,4	40,6	55,1	150,0	171,7		
Dach mit Holzschalung und Zink- oder Eisenblech	1/2	41	81,3	57,4	40,6	55,1	125,3	136,7	130	140
do.	1/3	41	64,1	35,5	29,5	65,0	123,5	135,5		
do.	1/4	41	51,4	23,0	20,5	70,0	121,8	131,5		
do.	1/5	41	42,6	15,8	14,7	72,3	121,0	128,0		
do.	1/6	41	36,5	11,5	11,0	74,0	120,7	126,0	120	130
do.	1/7	41	31,6	8,7	8,5	74,8	120,0	124,3		
do.	1/8	41	28,0	6,8	6,6	75,7	120,0	123,3		
do.	1/9	41	25,0	5,4	5,3	76,2	119,8	122,5		
do.	1/10	41	22,5	4,4	4,3	76,5	119,6	121,8		
Pappdach	1/5	30	42,6	15,8	14,7	72,3	110,7	117,0	120	130
do.	1/6	30	36,5	11,5	11,0	74,0	110,3	115,0		
do.	1/7	30	31,6	8,7	8,5	74,9	109,5	113,3		
do.	1/8	30	28,0	6,8	6,6	75,7	109,3	112,3		
do.	1/9	30	25,0	5,4	5,3	76,2	109,0	111,5		
do.	1/10	30	22,5	4,4	4,3	76,5	108,6	110,8		
Holzcementdach	1/30	200	7,7	0,5	0,5	77,8	277,7	278,3	300	300

In folgender Tabelle ist der Sinus und Cosinus des Winkels α für die verschiedenen Dachneigungen angegeben.

Nr. 38.

Dachhöhe, dividiert durch die Dachbreite =	2/3	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	1/10	1/30
Sinus α =	0,80	0,707.	0,55..	0,447..	0,37..	0,316..	0,275..	0,242	0,216	0,196..	0,0665.
Cosinus α =	0,60	0,707.	0,83..	0,89..	0,928..	0,95..	0,96..	0,97..	0,976..	0,98..	0,998..

In folgender Tabelle ist die Eigenlast von Metalldächern angegeben, wozu sich vorkommendenfalls ja leicht Wind- und Schneedruck hinzuaddieren lassen.

Tabelle Nr. 39.

Eigengewichte von Metalldächern.

Art der Dächer.	Gewicht pro Quadratmtr. Dachfläche.	Art der Dächer.	Gewicht pro Quadratmtr. Dachfläche.
Glas auf Winkeleisen	60 kg	Zinkwellenblech auf Winkeleisen	24 kg
Schiefer auf Winkeleisen	57 »	Gufseiserne Platten auf Winkeleisen	74 »
Ebenes Eisenblech auf Winkeleisen	52 »	Gufszinkplatten auf hölzernen Latten und Sparren	70 »
Eisenwellenblech auf Winkeleisen	22 »		

In den nachstehenden Tabellen sind die Sparrenstärken für die verschiedenen Belastungen, frei liegenden Längen und Neigungswinkel, sowie für die verschiedenen Sparrenweiten von Mitte zu Mitte angegeben.

Tabelle Nr. 40.

Sparrenstärken für Doppel- und Kronziegeldächer.

I. Entfernung der Sparren von Mitte zu Mitte = 0,80 m. Dachhöhe = 1/3 bis 1/2 der Dachbreite.				II. Entfernung der Sparren von Mitte zu Mitte = 1,0 m. Dachhöhe = 1/3 bis 1/2 der Dachbreite.			
Frei tragende Sparrenlänge in Metern.	Sparrenbreite in Centimetern. *b*	Sparrenhöhe in Centimetern. *h*	Stammdicke in Centimetern. *d*	Frei tragende Sparrenlänge in Metern.	Sparrenbreite in Centimetern. *b*	Sparrenhöhe in Centimetern. *h*	Stammdicke in Centimetern. *d*
3,0	9	12	15	3,0	10	13	16,5
3,5	10	13,5	17	3,5	11	14	18
4,0	11	15	18,5	4,0	12	16	20
4,5	12	16	20	4,5	13	17	21,5
5,0	13	17	21,5	5,0	14	18	22,5
5,5	14	18	22,5	5,5	15	20	25
6,0	15	19	24	6,0	16	21	26,5

Tabelle Nr. 41.

Sparrenstärken für einfache Ziegeldächer.

I. Entfernung der Sparren von Mitte zu Mitte = 0,80 m. Dachhöhe = 1/3 bis 1/2 der Dachbreite.				II. Entfernung der Sparren von Mitte zu Mitte = 1,0 m. Dachhöhe = 1/3 bis 1/2 der Dachbreite.			
Frei tragende Sparrenlänge in Metern.	Sparrenbreite in Centimetern. *b*	Sparrenhöhe in Centimetern. *h*	Stammdicke in Centimetern. *d*	Frei tragende Sparrenlänge in Metern.	Sparrenbreite in Centimetern. *b*	Sparrenhöhe in Centimetern. *h*	Stammdicke in Centimetern. *d*
3,0	8	12	14,5	3,0	9,5	13	16
3,5	9	13	16	3,5	10,5	14	17,5
4,0	11	14	17	4,0	12	15	19,5
4,5	12	15	19,5	4,5	13	16	21
5,0	13	16	21	5,0	13	18	22,5
5,5	13	18	22,5	5,5	14	19	23,5
6,0	14	19	23,5	6,0	15	20	25

Tabelle Nr. 42.

Sparrenstärken für gewöhnliche Schieferdächer.

I. Entfernung der Sparren von Mitte zu Mitte = 0,80 m. Dachhöhe = 1/5 bis 1/2 der Dachbreite.				II. Entfernung der Sparren von Mitte zu Mitte = 1,0 m. Dachhöhe = 1/5 bis 1/2 der Dachbreite.			
Frei tragende Sparrenlänge in Metern.	Sparrenbreite in Centimetern. *b*	Sparrenhöhe in Centimetern. *h*	Stammdicke in Centimetern. *d*	Frei tragende Sparrenlänge in Metern.	Sparrenbreite in Centimetern. *b*	Sparrenhöhe in Centimetern. *h*	Stammdicke in Centimetern. *d*
3,0	8	12	14,5	3,0	9	12	15
3,5	9	13	16	3,5	10	14	17
4,0	10	14	17	4,0	11	15	18,5
4,5	11	15	18,5	4,5	12	16	20
5,0	12	16	20	5,0	13	17	21,5
5,5	12,5	17	21	5,5	14	18	22,5
6,0	13,5	18	23	6,0	15	19	24

Tabelle Nr. 43.

Sparrenstärken für Asphaltdächer mit Lehmunterlage.

I. Entfernung der Sparren von Mitte zu Mitte = 0,80 m. Dachhöhe = 1/10 bis 1/8 der Dachbreite.				II. Entfernung der Sparren von Mitte zu Mitte = 1,0 m. Dachhöhe = 1/10 bis 1/8 der Dachbreite.			
Frei tragende Sparrenlänge in Metern.	Sparrenbreite in Centimetern. *b*	Sparrenhöhe in Centimetern. *h*	Stammdicke in Centimetern. *d*	Frei tragende Sparrenlänge in Metern.	Sparrenbreite in Centimetern. *b*	Sparrenhöhe in Centimetern. *h*	Stammdicke in Centimetern. *d*
3,0	8	12	14,5	3,0	9,5	13	16
3,5	9	13	16	3,5	10,5	14	17,5
4,0	11	14	17	4,0	12	15	19,5
4,5	12	15	19,5	4,5	13	16	20
5,0	13	16	21	5,0	13	18	22,5
5,5	13	18	22,5	5,5	14	19	23,5
6,0	14	19	23,5	6,0	15	20	25

Tabelle Nr. 44.

Sparrenstärken für Asphaltdächer mit Fliesenunterlage.

I. Sparrenweite von Mitte zu Mitte = 0,80 m. Dachhöhe = 1/10 bis 1/8 der Dachbreite.				II. Sparrenweite von Mitte zu Mitte = 1,0 m. Dachhöhe = 1/10 bis 1/8 der Dachbreite.			
Frei tragende Sparrenlänge in Metern.	Sparrenbreite in Centimetern. *b*	Sparrenhöhe in Centimetern. *h*	Stammdicke in Centimetern. *d*	Frei tragende Sparrenlänge in Metern.	Sparrenbreite in Centimetern. *b*	Sparrenhöhe in Centimetern. *h*	Stammdicke in Centimetern. *d*
3,0	9	12	15	3,0	10	13	16,5
3,5	10	13,5	17	3,5	11	14	18
4,0	11	15	18,5	4,0	12	16	20
4,5	12	16	20	4,5	13	17	21,5
5,0	13	17	21,5	5,0	14	18	22,5
5,5	14	18	22,5	5,5	15	20	25
6,0	15	19	24	6,0	16	21	26,5

Tabelle Nr. 45.

Sparrenstärken für Dächer, welche mit Sollinger Schablonenplatten I. Sorte gedeckt sind.

I. Sparrenweite von Mitte zu Mitte = 0,80 m. Dachhöhe = 1/4 bis 1/2 der Dachbreite.				II. Sparrenweite von Mitte zu Mitte = 1,0 m. Dachhöhe = 1/4 bis 1/2 der Dachbreite.			
Frei tragende Sparrenlänge in Metern.	Sparrenbreite in Centimetern. *b*	Sparrenhöhe in Centimetern. *h*	Stammdicke in Centimetern. *d*	Frei tragende Sparrenlänge in Metern.	Sparrenbreite in Centimetern. *b*	Sparrenhöhe in Centimetern. *h*	Stammdicke in Centimetern. *d*
3,0	9	12	15	3,0	10	13	16,5
3,5	10	13	16,5	3,5	11	14	18
4,0	11	15	18,5	4,0	11,5	16	19,5
4,5	12	16	20	4,5	12,5	17	21
5,0	12	17	20,5	5,0	14	18	22,5
5,5	13,5	18	22,5	5,5	15	19	24
6,0	14	19	23,5	6,0	16	20	26

Tabelle Nr. 46.

Sparrenstärken für Stroh- und Rohrdächer mit Lehmbewurf.

I. Sparrenweite von Mitte zu Mitte = 1,50 m. Dachhöhe = 1/2 bis 2/3 der Dachbreite.				II. Sparrenweite von Mitte zu Mitte = 2,0 m. Dachhöhe = 1/2 bis 2/3 der Dachbreite.			
Frei tragende Sparrenlänge in Metern.	Sparrenbreite in Centimetern. *b*	Sparrenhöhe in Centimetern. *h*	Stammdicke in Centimetern. *d*	Frei tragende Sparrenlänge in Metern.	Sparrenbreite in Centimetern. *b*	Sparrenhöhe in Centimetern. *h*	Stammdicke in Centimetern. *d*
3,0	10	14	17	3,0	11	15	18,5
3,5	11	15	18,5	3,5	12,5	17	21
4,0	12	17	20,5	4,0	14	18	22,5
4,5	13	18	22,5	4,5	14,5	20	24,5
5,0	15	19	24	5,0	16	21	26,5
5,5	16	20	26	5,5	17	22	28
6,0	16	22	27	6,0	18	24	30

Tabelle Nr. 47.

Sparrenstärken für Zink- und Eisenblechdächer auf Schalung.

I. Sparrenweite von Mitte zu Mitte = 0,80 m. Dachhöhe = 1/5 bis 1/2 der Dachbreite.				II. Sparrenweite von Mitte zu Mitte = 1,0 m. Dachhöhe = 1/5 bis 1/2 der Dachbreite.			
Frei tragende Sparrenlänge in Metern.	Sparrenbreite in Centimetern. *b*	Sparrenhöhe in Centimetern. *h*	Stammdicke in Centimetern. *d*	Frei tragende Sparrenlänge in Metern.	Sparrenbreite in Centimetern. *b*	Sparrenhöhe in Centimetern. *h*	Stammdicke in Centimetern. *d*
3,0	8	11	14	3,0	8	12	14,5
3,5	9	12	15	3,5	9,5	13	16
4,0	10	13	16,5	4,0	10	14	17
4,5	10,5	14	17,5	4,5	11	15	18,5
5,0	11	15	18,5	5,0	12	16	20
5,5	12	16	20	5,5	13	17	21,5
6,0	12,5	17	21	6,0	13,5	18	22,5

Tabelle Nr. 48.

Sparrenstärken für Zink-, Eisenblech- und Pappdächer auf Schalung.

I. Sparrenweite von Mitte zu Mitte = 0,80 m. Dachhöhe = 1/10 bis 1/5 der Dachbreite.				II. Sparrenweite von Mitte zu Mitte = 1,0 m. Dachhöhe = 1/10 bis 1/5 der Dachbreite.			
Frei tragende Sparrenlänge in Metern.	Sparrenbreite in Centimetern. *b*	Sparrenhöhe in Centimetern. *h*	Stammdicke in Centimetern. *d*	Frei tragende Sparrenlänge in Metern.	Sparrenbreite in Centimetern. *b*	Sparrenhöhe in Centimetern. *h*	Stammdicke in Centimetern. *d*
3,0	8	10	13	3,0	8,5	11	14,5
3,5	9	11	14,5	3,5	10	12	16
4,0	10	12	16	4,0	10	14	17
4,5	11	13	17	4,5	11	15	18,5
5,0	11	14	18	5,0	11,5	16	19,5
5,5	12	15	19,5	5,5	12	17	20,5
6,0	13	16	20,5	6,0	13	18	22

Tabelle Nr. 49.

Sparrenstärken für Holzcementdächer mit 8 cm hoher Kiesschüttung.

I. Sparrenweite von Mitte zu Mitte = 0,80 m. Dachhöhe = ca. 1/30 der Dachbreite.				II. Sparrenweite von Mitte zu Mitte = 1,0 m. Dachhöhe = ca. 1/30 der Dachbreite.			
Frei tragende Sparrenlänge in Metern.	Sparrenbreite in Centimetern. *b*	Sparrenhöhe in Centimetern. *h*	Stammdicke in Centimetern. *d*	Frei tragende Sparrenlänge in Metern.	Sparrenbreite in Centimetern. *b*	Sparrenhöhe in Centimetern. *h*	Stammdicke in Centimetern. *d*
3,0	11	14	18	3,0	12	15	19,5
3,5	12	15	19,5	3,5	12,5	17	21
4,0	13	17	21,5	4,0	14	18	22,5
4,5	14	18	22,5	4,5	14,5	20	24,5
5,0	15	20	25	5,0	16	21	26,5
5,5	16	21	26,5	5,5	17	22	28
6,0	17	22	28	6,0	18	24	30

Für die Fälle, dafs die frei liegenden Sparrenlängen oder die Zwischenweiten der Sparren, deren Stärke man wissen will, nicht mit den in obigen Tabellen angegebenen übereinstimmen, so läfst sich leicht aus denjenigen Angaben, welche dem vorliegenden Falle am nächsten stehen, die Sparrenstärke bestimmen.

Will man z. B. die Sparrenstärke für ein Holzcementdach ermitteln, dessen frei liegende Sparrenlänge 3,0 m, dessen Sparrenweite 0,90 m beträgt, so nehme man von der angegebenen zunächstliegenden niederen Sparrenweite (also 0,80 m) die Sparrenbreite $b = 11$ cm und von der nächstliegenden gröfseren Sparrenweite (also 1,0 m) die Sparrenhöhe $h = 15$ cm. Diese Stärke würde man bis zu etwa 0,95 m Zwischenweite beibehalten, für noch gröfsere bis zu 1,0 m aber die für letztere angegebene Stärke von 12/15 cm anwenden.

Für Zwischenweiten von 0,81 — 0,89 m könnte man von der gröfseren der angegebenen Zwischenweiten die Breite $b = 12$ cm und von der kleineren die Höhe $h = 14$ cm annehmen.

In ähnlicher Weise verfährt man, wenn die Sparrenlängen von den angegebenen abweichen, die Zwischenweiten aber übereinstimmen. Ist z. B. die Zwischenweite = 0,80 m, die Sparrenlänge = 4,30 m, so kann man die Sparrenstärke aus den Stärkenangaben für 4,0 m und 4,5 m combinieren, indem man aus der ersten die Sparrenbreite $b = 13$ cm, aus der zweiten die Sparrenhöhe $h = 18$ cm nimmt.

Stimmt weder die freie Sparrenlänge, noch die Zwischenweite mit der angegebenen überein, ist z. B. die Sparrenlänge = 4,30 m, die Zwischenweite = 0,90 m, so nehme man die angegebene Stärke für die nächstliegende kleinere Zwischenweite und die nächstliegende gröfsere Länge, also für 0,80 m Weite und 4,80 m Länge = 14/18 cm, oder umgekehrt, die für die nächstliegende gröfsere Weite und die nächstliegende kleinere Länge angegebene Stärke, hier ebenfalls = 14/18 cm.

Auch für noch gröfsere Zwischenweiten, als in den Tabellen angegeben (viel gröfser dürfen sie überhaupt nicht gemacht werden), kann man die Sparrenstärken in ähnlicher Weise finden.

So z. B. würde man bei einem Holzcementdach, dessen Sparrenweiten von Mitte zu Mitte 1,10—1,20 m betragen, bei 3,0 m freier Sparrenlänge, die für 3,50 m Länge bei 1,00 m Zwischenweite angegebene, nämlich 12,5/17 cm anwenden können, dagegen bei kleineren Zwischenweiten, als in den Tabellen vorkommen, z. B. bei 0,60 m Zwischenweite und 3,50 m freier Länge die nächstfolgende kleinere Länge, also 3,0 m bei 0,80 m Zwischenweite, aufsuchen und die dafür angegebene Stärke von 11/14 cm anwenden.

In ähnlicher Weise, wie die Sparrenstärken, sind auch die Dimensionen der Pfetten von verschiedenen Umständen abhängig, nämlich:

1) von dem Gewicht des Deckmaterials, der Sparren und dem Wind- und Schneedruck,
2) von der Dachneigung,
3) von der frei tragenden Länge der Pfetten,
4) von der Entfernung der Pfetten voneinander,
5) von ihrer Lage, — ob sie als Fufspfette, Mittelpfette oder Firstpfette dienen, ferner ob eine, zwei oder drei oder noch mehr Mittelpfetten vorhanden sind,
6) von der Lage oder Richtung ihrer Seitenflächen, ob ihre gröfseren Seiten (*h*) lotrecht oder rechtwinkelig zum Sparren oder noch anders liegen.

Wenn durch eine Firstpfette oder durch genügende Dreiecksverbindung der Sparren der Horizontalschub derselben aufgehoben ist, wie man bei einem zweckmäfsig konstruierten Dache voraussetzen muss, so braucht man nur den lotrechten Druck der Dachlast auf die Pfetten zu berechnen.

Diese Dachlast verteilt sich folgendermafsen auf die Pfetten:

1) Bei Dächern, welche aufser den Fufspfetten nur eine Firstpfette haben, ist der Druck jeder Dachhälfte auf First- und Fufspfette gleich grofs. Es hat also jede Fufspfette $^1/_4$ und die Firstpfette $^1/_2$ der ganzen Dachlast zu tragen.

Sind aufser den Fufspfetten zwei Mittelpfetten, aber keine

Firstpfette vorhanden, so ist der Druck auf sämmtliche Pfetten, je nach der Lage der Mittelpfetten, verschieden. Zweckmäfsig ist es, die Mittelpfetten nicht in die Mitte der Sparren, sondern näher zur First zu legen, etwa so, dass die horizontale Einteilung = 3 : 4 : 3 ist.

Hat man aufser den Fufspfetten eine Firstpfette und unter jeder Dachseite eine Mittelpfette, so verteilt sich der Druck einer Dachseite derartig, dafs die Fufs- und die Firstpfette jede $^3/_{16}$, die Mittelpfette aber $^5/_8$ desselben aufnimmt. Da die Firstpfette aber von beiden Dachseiten belastet wird, so ist der Druck auf dieselbe gleich $2 \cdot {^3/_{16}} = {^3/_8}$ der Last einer Dachseite.

In Fig. 62 ist die Verteilung des Vertikaldruckes auf die verschiedenen Stützpunkte, sowohl für horizontal als auch für schräg

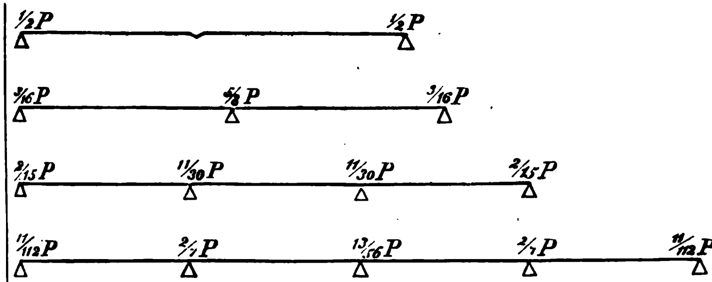


Fig. 62.

liegende Balken dargestellt, wobei vorausgesetzt ist, dafs der Balken oder Sparren aus einem durchgehenden Stücke besteht, also nicht etwa auf einem Stützpunkt gestofsen ist und die Last, sowie die Stützpunkte gleichmäfsig verteilt sind.

In den nachstehenden Tabellen ist die Stärke der verschiedenen Pfetten bei verschiedener frei tragender Länge und verschiedener Entfernung voneinander für die am meisten vorkommenden Dacharten angegeben.

Um nicht allzuviele Tabellen zu erhalten, ist die Pfettenstärke immer nur für diejenige Dachneigung berechnet, deren Gesamtbelastung incl. Schnee- und Winddruck die gröfste ist. Die angegebenen Pfettenstärken sind also für alle mit demselben Material gedeckten Dächer genügend.

Tabelle Nr. 50.

Firstpfettenstärken für Kronziegeldächer, wenn nur First- und Fufs-pfetten vorhanden sind.*

a. Wenn zwischen den Bindern je 2 Leergespärre liegen.

P = lotrechte Last des Binderfeldes einer Dachseite.

$$W = \frac{Pl}{9k} = \frac{bh^2}{6} = \frac{h^3}{8}; \quad P = \frac{9kh^3}{8l}; \quad h = \sqrt[3]{\frac{8Pl}{9k}}.$$

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	11	15	12,5	17	14	18	15	20
3,0	12	17	14	19	15,5	21	17	22
3,5	14	18	16	21	17	23	18,5	25

b. Wenn zwischen den Bindern je 3 oder 4** Leergespärre liegen.

$$W = \frac{Pl}{8k} = \frac{bh^2}{6} = \frac{h^3}{8}; \quad P = \frac{kh^3}{l}; \quad h = \sqrt[3]{\frac{Pl}{k}}.$$

3,0	13	17	14	20	16	22	18	23
3,5	14,5	19	16	22	18	24	19	26
4,0	15,5	21	18	24	20	26	21,5	28
4,5	17	22	19,5	25	21	28	22,5	30
5,0	18,5	24	21	27	24	30	25	33

* Die für Kronziegeldächer geltenden Pfettenstärken sind auch für Dächer mit Sollinger Schablonenplatten II. Qualität anzunehmen.

** Wenn 4 Leergespärre zwischen den Bindern liegen, so ist $W = \frac{3Pl}{25k}$ der Unterschied gegen das W bei 3 Leergespärren beträgt also nur $\frac{1}{200}\frac{Pl}{k}$ und kann daher unberücksichtigt bleiben.

Tabelle Nr. 51.

Fufspfettenstärken für Kronziegeldächer, wenn nur First- und Fufspfetten vorhanden sind.

a. Wenn zwischen den Bindern je 2 Leergespärre liegen.

P = lotrechte Last des halben Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	8	12	10	13	11	15	12	16
3,0	10	13	11,5	15	12	17	13	18
3,5	11	15	12	17	14	18	14,5	20

b. Wenn zwischen den Bindern je 3 oder 4 Leergespärre liegen.

3,0	10	14	11,5	16	13	17	14	18
3,5	11,5	15	13	17	14,5	19	16	20
4,0	12	17	14	19	15,5	21	18	22
4,5	13	18	16	20	17	22	19	24
5,0	15	19	16,5	22	19	24	19,5	26

Tabelle Nr. 52.

Firstpfettenstärken für Kronziegeldächer, wenn First-, Mittel- und Fufspfetten vorhanden sind.

a. Wenn zwischen den Bindern je 2 Leergespärre liegen.

$P = \frac{3}{8}$ der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	10,5	13	12	15	12,5	17	13,5	18
3,0	11,5	15	13	17	14	19	16	20
3,5	12	17	14,5	19	15,5	21	17	23

b. Wenn zwischen den Bindern je 3 oder 4 Leergespärre liegen.

3,0	11,5	16	13	18	14	20	16	21
3,5	13,5	17	14,5	20	16	22	18	23
4,0	14	19	16	22	18	24	19	26
4,5	16	20	18,5	23	19	26	20,5	28
5,0	16,5	22	19	25	20	28	22	30

Tabelle Nr. 53.

Mittelpfettenstärken für Kronziegeldächer, wenn First-, Mittel- und Fufspfetten vorhanden sind.

a. Wenn zwischen den Bindern je 2 Leergespärre liegen.
$P = {}^5/_8$ der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	12	16	13,5	18	14,5	20	16,5	21
3,0	13	18	15,5	20	17	22	18,5	24
3,5	14,5	20	17	23	18,5	25	20	27

b. Wenn zwischen den Bindern je 3 oder 4 Leergespärre liegen.

3,0	13,5	19	16	21	18	23	19	25
3,5	16	20	18	23	19	26	20,5	28
4,0	17,5	22	19	26	21,5	28	24	30
4,5	18,5	24	22	28	24	30	24,5	33
5,0	19,5	26	22	30	24	33	27	35

Tabelle Nr. 54.

Fufspfettenstärken für Kronziegeldächer, wenn First-, Mittel- und Fufspfetten vorhanden sind.

a. Wenn zwischen den Bindern je 2 Leergespärre vorhanden sind.
$P = {}^3/_{16}$ der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	8,5	10	9	12	10	13	11	14
3,0	9	12	10	14	11,5	15	12,5	16
3,5	10	13	11,5	15	12	17	13,5	18

b. Wenn zwischen den Bindern je 3 oder 4 Leergespärre vorhanden sind.

3,0	9	13	11	14	11,5	16	12,5	17
3,5	10	14	11,5	16	13,5	17	14	19
4,0	11,5	15	13	17	14	19	16	20
4,5	12,5	16	14	19	16	20	16,5	22
5,0	13,5	17	15	20	16,5	22	17,5	24

Tabelle Nr. 55.

Firstpfettenstärken für einfache Ziegeldächer, wenn nur First- und Fuſspfetten vorhanden sind.

a. Wenn zwischen den Bindern je 2 Leergespärre liegen.
P = der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	10,5	14	12	16	13,5	18	14,5	19
3,0	12	16	14	18	15	20	16	22
3,5	13	18	15	20	16,5	22	18	24

b. Wenn zwischen den Bindern je 3 oder 4 Leergespärre liegen.

3,0	12	17	14	19	15,5	21	16,5	23
3,5	14	18	15,5	21	17,5	23	18,5	25
4,0	15	20	17	23	19,5	25	20,5	27
4,5	16	22	18,5	25	21	27	23	29
5,0	18	23	20	27	23	29	25	31

Tabelle Nr. 56.

Fuſspfettenstärken für einfache Ziegeldächer*, wenn nur First- und Fuſspfetten vorhanden sind.

a. Wenn zwischen den Bindern je 2 Leergespärre liegen.
$P = \frac{1}{2}$ der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	9	11	10	13	11	14	12	15
3,0	9,5	13	11	14	12	16	13	17
3,5	10,5	14	12	16	13	18	14	19

* Hierzu sind auſser den mit gewöhnlichen Dachpfannen eingedeckten Dächern auch die neueren Falzziegeldächer aller Art zu rechnen, desgl. solche Dächer, die mit Sollinger Schablonenplatten I. Qualität eingedeckt sind.

b. Wenn zwischen den Bindern je 3 oder 4 Leergespärre liegen.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
3,0	10	13	11,5	15	12	17	13,5	18
3,5	11	15	12	17	14	18	14,5	20
4,0	12	16	14	18	15	20	16	22
4,5	13	17	14,5	20	16	22	18	23
5,0	14	18	16	21	18	23	19	25

Tabelle Nr. 57.

Firstpfettenstärken für einfache Ziegeldächer, wenn First-, Mittel- und Fufspfetten vorhanden sind.

a. Wenn zwischen den Bindern je 2 Leergespärre liegen.

$P = {}^3/_8$ der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	10	13	11	15	12,5	16	13,5	17
3,0	11,5	14	12	17	14	18	14,5	20
3,5	12	16	14	18	15,5	20	16,5	22

b. Wenn zwischen den Bindern je 3 oder 4 Leergespärre liegen.

3,0	11,5	15	13	17	14	19	15,5	20
3,5	12,5	17	14	19	16	21	17	22
4,0	14	18	15,5	21	17	23	18	25
4,5	14,5	20	16,5	23	18,5	25	20	27
5,0	16	21	18,5	24	19,5	27	21	29

Tabelle Nr. 58.

Mittelpfettenstärken für einfache Ziegeldächer, wenn First-, Mittel- und Fufspfetten vorhanden sind.

a. Wenn zwischen den Bindern je 2 Leergespärre liegen.
$P = \frac{5}{8}$ der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	11,5	15	13,5	17	14,5	19	16	20
3,0	13	17	14,5	20	16	22	18	23
3,5	14	19	16,5	21	17,5	24	19	26

b. Wenn zwischen den Bindern je 3 oder 4 Leergespärre liegen.

3,0	13	18	15,5	20	17	22	18,5	24
3,5	14,5	20	16,5	23	18,5	25	20	27
4,0	16	22	18	25	20,5	27	22,5	29
4,5	18	23	20	27	22,5	29	23,5	32
5,0	19	25	22	29	23	32	25,5	34

Tabelle Nr. 59.

Fufspfettenstärken für einfache Ziegeldächer, wenn First-, Mittel- und Fufspfetten vorhanden sind.

a. Wenn zwischen den Bindern je 2 Leergespärre liegen.
$P = \frac{3}{16}$ der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	8	10	8,5	12	9,5	13	10	14
3,0	8	12	10	13	11	14	11,5	16
3,5	9,5	13	11,5	14	12	16	13,5	17

b. Wenn zwischen den Bindern je 3 oder 4 Leergespärre liegen.

3,0	9	12	10	14	11	15	12,5	16
3,5	10	13	11,5	15	12,5	17	13,5	18
4,0	11	14	12	17	14	18	14,5	20
4,5	11,5	16	13	18	14,5	20	16	21
5,0	12,5	17	14	19	16	21	17	23

Tabelle Nr. 60.

Firstpfettenstärken für einfache Ziegeldächer, wenn First- und Fufspfetten und auf jeder Dachseite 2 Mittelpfetten vorhanden sind.

a. Wenn zwischen den Bindern je 2 Leergespärre liegen.

$P = \frac{4}{15}$ der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	10	13	11	15	12	17	13	18
3,0	11	15	12,5	17	14	19	15	20
3,5	12,5	16	14	19	15,5	21	17	22

b. Wenn zwischen den Bindern je 3 oder 4 Leergespärre liegen.

3,0	12	15	13	18	15	19	15,5	21
3,5	13	17	14	20	16	22	17,5	23
4,0	14	19	16	21	18	23	19,5	25
4,5	15	20	17	23	19,5	25	21	27
5,0	16	22	18,5	25	21	27	22,5	29

Tabelle Nr. 61.

Mittelpfettenstärken für einfache Ziegeldächer, wenn First- und Fufspfetten und auf jeder Dachseite 2 Mittelpfetten vorhanden sind.

a. Wenn zwischen den Bindern je 2 Leergespärre liegen.

$P = \frac{11}{30}$ der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	11	15	12,5	17	14	18	14,5	20
3,0	12	17	14	19	16	21	17	22
3,5	14	18	15,5	21	17	23	18,5	25

b. Wenn zwischen den Bindern je 3 oder 4 Leergespärre liegen.

3,0	13	17	14,5	20	16	22	17,5	23
3,5	14	19	16	22	17,5	23	19	25
4,0	15,5	21	17,5	24	19,5	26	21	28
4,5	17,5	22	19	26	21,5	28	23	30
5,0	18	24	21	27	23	30	25	32

Tabelle Nr. 62.

Fufspfettenstärken für einfache Ziegeldächer, wenn First- und Fufspfetten und auf jeder Dachseite 2 Mittelpfetten vorhanden sind.

a. Wenn zwischen den Bindern je 2 Leergespärre liegen.
$P = {}^{2}/_{15}$ der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	8,5	10	9	12	10	13	10,5	14
3,0	8,5	12	10	14	11	15	12	16
3,5	10	13	11	15	12,5	16	13	18

b. Wenn zwischen den Bindern je 3 oder 4 Leergespärre liegen.

3,0	9,5	12	10,5	14	12	15	12,5	17
3,5	10	14	12	15	12,5	17	13	18
4,0	11	15	12,5	17	14	19	15	20
4,5	12	16	14	18	15	20	16	22
5,0	13	17	14,5	20	16	22	17,5	23

Tabelle Nr. 63.

Firstpfettenstärken für Holzcementdächer, wenn nur First- und Fufspfetten vorhanden sind.

a. Wenn zwischen den Bindern je 2 Leergespärre liegen.
$P =$ der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	12	16	14	18	15,5	20	16,5	22
3,0	14	18	15,5	21	17	23	18,5	25
3,5	15,5	20	17,5	23	19,5	25	21	27

b. Wenn zwischen den Bindern je 3 oder 4 Leergespärre liegen.

3,0	14	19	16	22	18	24	19	26
3,5	15,5	21	18	24	20	26	22	28
4,0	17	23	20	26	21,5	29	23,5	31
4,5	18,5	25	22	28	23,5	31	25	34
5,0	20	27	23	30	25	34	27	36

Tabelle Nr. 64.

Fufspfettenstärken für Holzcementdächer, wenn nur First- und Fufspfetten vorhanden sind.

a. Wenn zwischen den Bindern je 2 Leergespärre liegen.
P = der halben lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	9,5	13	11	15	12,5	16	13,5	17
3,0	11	15	12	17	14	18	14,5	20
3,5	12	16	14	18	15,5	20	16,5	22

b. Wenn zwischen den Bindern je 3 oder 4 Leergespärre liegen.

3,0	11,5	15	13	17	14	19	15,5	20
3,5	12,5	17	14	19	16	21	17	22
4,0	14	18	15,5	21	17	23	18	25
4,5	14,5	20	16,5	23	18,5	25	20	27
5,0	16	21	18,5	24	19,5	27	21	29

Tabelle Nr. 65.

Firstpfettenstärken für Holzcementdächer, wenn First-, Mittel- und Fufspfetten vorhanden sind.

a. Wenn zwischen den Bindern je 2 Leergespärre liegen.
$P = {}^3/_8$ der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	11	15	12,5	17	14	18	14,5	20
3,0	12	17	14	19	15,5	21	17	22
3,5	14	18	16	21	17	23	18,5	25

b. Wenn zwischen den Bindern je 3 oder 4 Leergespärre liegen.

3,0	13	17	14	20	16	22	18	23
3,5	14,5	19	16	22	18	24	19	26
4,0	15,5	21	18	24	20	26	21,5	28
4,5	17	22	19,5	25	21	28	22,5	30
5,0	18,5	24	21	27	24	30	25	33

Tabelle Nr. 66.

Mittelpfettenstärken für Holzcementdächer, wenn First-, Mittel- und Fufspfetten vorhanden sind.

a. Wenn zwischen den Bindern je 2 Leergespärre liegen.
$P = {}^5/_8$ der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	13,5	17	15	20	16,5	22	17,5	24
3,0	14,5	20	17	22	18,5	25	19,5	27
3,5	16,5	22	18,5	25	21	27	22	30

b. Wenn zwischen den Bindern je 3 oder 4 Leergespärre liegen.

3,0	15,5	20	17,5	23	19	26	20	28
3,5	17	23	19,5	26	21	29	23	31
4,0	18,5	25	21,5	28	23,5	31	26	33
4,5	20	27	23,5	30	25	34	27,5	36
5,0	21	29	25,5	33	27	36	29	39

Tabelle Nr. 67.

Fufspfettenstärken für Holzcementdächer, wenn First-, Mittel- und Fufspfetten vorhanden sind.

a. Wenn zwischen den Bindern je 2 Leergespärre liegen.
$P = {}^3/_{16}$ der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	9	11	10	13	11	14	11,5	16
3,0	10	13	11,5	15	12	17	13	18
3,5	11	15	12,5	17	14	18	14,5	20

b. Wenn zwischen den Bindern je 3 oder 4 Leergespärre liegen.

3,0	10	14	11,5	16	13	17	14	19
3,5	11,5	15	13	17	14,5	19	15	21
4,0	12,5	17	14	19	15,5	21	17	22
4,5	13,5	18	16	20	17	22	18,5	24
5,0	15	19	16,5	22	18	24	19	26

Tabelle Nr. 68.

Firstpfettenstärken für Holzcementdächer, wenn First- und Fufspfetten und auf jeder Dachseite 2 Mittelpfetten vorhanden sind.

a. Wenn zwischen den Bindern je 2 Leergespärre liegen.

$P = {}^4/_{15}$ der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	11	15	13	17	14	19	15,5	20
3,0	12,5	17	15	19	16	21	17	23
3,5	14	19	16	22	17,5	24	19,5	25

b. Wenn zwischen den Bindern je 3 oder 4 Leergespärre liegen.

3,0	13	18	15	20	16,5	22	18	24
3,5	15	19	17	22	18	25	20	26
4,0	16,5	21	19	24	20	27	21,5	29
4,5	17,5	23	20	26	22	29	23,5	31
5,0	18,5	25	21,5	28	23,5	31	25	33

Tabelle Nr. 69.

Mittelpfettenstärken für Holzcementdächer, wenn First- und Fufspfetten und auf jeder Dachseite 2 Mittelpfetten vorhanden sind.

a. Wenn zwischen den Bindern je 2 Leergespärre liegen.

$P = {}^{11}/_{30}$ der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	12	17	14,5	19	15,5	21	17	23
3,0	14	19	16	22	17,5	24	19	26
3,5	15,5	21	18	24	20	26	21,5	28

b. Wenn zwischen den Bindern je 3 oder 4 Leergespärre liegen.

3,0	14	20	17	22	18	25	20	26
3,5	16	22	18,5	25	20,5	27	22,5	29
4,0	17,5	24	20,5	27	22	30	24,5	32
4,5	19	26	22,5	29	24,5	32	25,5	35
5,0	21	27	24	31	25,5	35	28	37

Tabelle Nr. 70.

Fufspfettenstärken für Holzcementdächer, wenn First- und Fufspfetten und auf jeder Dachseite 2 Mittelpfetten vorhanden sind.

a. Wenn zwischen den Bindern je 2 Leergespärre liegen.
$P = {}^2/_{15}$ der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	9	12	10	14	11	15	12,5	16
3,0	10	14	12	15	12,5	17	14	18
3,5	11	15	13	17	14	19	15,5	20

b. Wenn zwischen den Bindern je 3 oder 4 Leergespärre liegen.

3,0	10,5	14	12	16	13	18	14	19
3,5	12	15	13	18	15	19	15,5	21
4,0	12,5	17	15	19	16	21	17	23
4,5	14	18	15,5	21	17	23	18,5	25
5,0	14,5	20	17	22	18,5	25	20	27

Bei der Berechnung aller folgenden Tabellen ist angenommen, dafs zwischen den Bindern 3 Leergespärre liegen, doch können dieselben auch dann benutzt werden, wenn 2 oder 4 Leergespärre vorhanden sind, da der Unterschied der Pfettenstärke ein sehr geringer ist.

Tabelle Nr. 71.

Firstpfettenstärken gewöhnlicher Schieferdächer, wenn nur First- und Fufspfetten vorhanden sind.*

$P =$ der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	10,5	14	12	16	13	18	14	19
3,0	12	16	13,5	18	14,5	20	16	22
3,5	13	18	15	20	16,5	22	17,5	24
4,0	14,5	19	16,5	22	18	24	19,5	26
4,5	15,5	21	17,5	24	20	26	21	28
5,0	17	22	19.5	25	21	28	23	30

* Die Pfettentabellen für Schieferdächer können auch bei Asphaltdächern mit Lehmunterlage, sowie bei Stroh- und Rohrdächern benutzt werden.

Tabelle Nr. 72.

Fufspfettenstärken für gewöhnliche Schieferdächer, wenn nur First- und Fufspfetten vorhanden sind.

P = der halben lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	8,5	11	10	13	10,5	14	11,5	15
3,0	9	13	11	14	12	16	13	17
3,5	10,5	14	12	16	13	18	14	19
4,0	11,5	15	13,5	17	14,5	19	15	21
4,5	12,5	16	14	19	15,5	21	17	22
5,0	13	18	15,5	20	17	22	18	24

Tabelle Nr. 73.

Firstpfettenstärken für gewöhnliche Schieferdächer, wenn First-, Mittel- und Fufspfetten vorhanden sind.

$P = {}^3/_8$ der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	9,5	13	11	14	12	16	13,5	17
3,0	11	14	13	16	14	18	14	20
3,5	12	16	14	18	15	20	16	22
4,0	13,5	17	15	20	16,5	22	17,5	24
4,5	14	19	16	22	17,5	24	19	26
5,0	15,5	20	17,5	23	19,5	25	21	27

Tabelle Nr. 74.

Mittelpfettenstärken für gewöhnliche Schieferdächer, wenn First-, Mittelpfetten und Fufspfetten vorhanden sind.

$P = {}^5/_8$ der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	11,5	15	13	17	14	19	16	20
3,0	13	17	15	19	16	22	17,5	23
3,5	14	19	16	22	17,5	23	19	25
4,0	15,5	21	17,5	24	19,5	26	21	28
4,5	17	22	19	26	21	28	23	30
5,0	18	24	21	27	23	30	25	32

Tabelle Nr. 75.

Fufspfettenstärken für gewöhnliche Schieferdächer, wenn First-, Mittel- und Fufspfetten vorhanden sind.

$P = {}^{3}/_{16}$ der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	h	b	h	b	h	b	h
2,5	8	10	8	12	9,5	13	10	14
3,0	9,5	11	10	13	11	14	12	15
3,5	9,5	13	11	14	12	16	13	17
4,0	10,5	14	12	16	13,5	17	14	19
4,5	11	15	13	17	14	19	15,5	20
5,0	12	16	14	18	15,5	20	16	22

Tabelle Nr. 76.

Firstpfettenstärken für gewöhnliche Schieferdächer, wenn First- und Fufspfetten und auf jeder Dachseite zwei Mittelpfetten vorhanden sind.

$P = {}^{4}/_{15}$ der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	h	b	h	b	h	b	h
2,5	10	13	11	15	12,5	16	13	18
3,0	11	15	12,5	17	14	19	15	20
3,5	12,5	16	14	19	16	20	16,5	22
4,0	14	18	15,5	20	17	22	18	24
4,5	14,5	19	16,5	22	18,5	24	19,5	26
5,0	15,5	21	17,5	24	19,5	26	21	28

Tabelle Nr. 77.

Mittelpfettenstärken für gewöhnliche Schieferdächer, wenn First- und Fufspfetten und auf jeder Dachseite zwei Mittelpfetten vorhanden sind.

$P = {}^{11}/_{30}$ der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	h	b	h	b	h	b	h
2,5	11	14	12,5	17	14	18	14,5	20
3,0	12,5	16	14	19	15	21	17	22
3,5	13,5	18	15,5	21	17	23	18	25
4,0	14,5	20	17	23	18,5	25	20	27
4,5	16,5	21	18	25	20	27	22	29
5,0	17	23	19,5	26	21,5	29	23,5	31

Tabelle Nr. 78.

Fufspfettenstärken für gewöhnliche Schieferdächer, wenn First- und Fufspfetten und auf jeder Dachseite zwei Mittelpfetten vorhanden sind.

$P = {}^{3}/_{15}$ der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	8	10	8,5	12	9,5	13	10,5	14
3,0	8,5	12	10	13	11	15	11,5	16
3,5	9,5	13	11	15	12,5	16	13	18
4,0	11	14	12,5	16	13	18	14,5	19
4,5	11,5	15	13	18	15	19	15	21
5,0	12,5	16	14	19	15	21	17	22

Tabelle Nr. 79.

Firstpfettenstärken für Zink-, Eisenblech- und Pappdächer, wenn nur First- und Fufspfetten vorhanden sind.

$P =$ der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	10	13	11	15	12,5	16	13	18
3,0	11	15	12,5	17	14	19	15	20
3,5	12,5	16	14	19	16	20	16,5	22
4,0	14	18	15,5	20	17	22	18	24
4,5	14,5	19	16,5	22	18,5	24	19,5	26
5,0	15,5	21	17,5	24	19,5	26	21	28

Tabelle Nr. 80.

Fufspfettenstärken für Zink-, Eisenblech- und Pappdächer, wenn nur First- und Fufspfetten vorhanden sind.

$P =$ der halben lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	8	10	8,5	12	9,5	13	10,5	14
3,0	8,5	12	10	13	11	15	11,5	16
3,5	9,5	13	11	15	12,5	16	13	18
4,0	11	14	12,5	16	13	18	14,5	19
4,5	11,5	15	13	18	15	19	15	21
5,0	12,5	16	14	19	15	21	17	22

Tabelle Nr. 81.

Firstpfettenstärken für Zink-, Eisenblech- und Pappdächer, wenn First-, Mittel- und Fufspfetten vorhanden sind.

$P = {}^3/_8$ der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte.							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	8,5	12	10	14	11	15	12	16
3,0	10	13	11,5	15	12,5	17	14	18
3,5	11	15	12,5	17	14	19	15	20
4,0	12,5	16	14	18	15,5	20	16,5	22
4,5	13	18	15	20	16,5	22	17,5	24
5,0	14	19	16	22	17,5	24	18,5	26

Tabelle Nr. 82.

Mittelpfettenstärken für Zink-, Eisenblech- und Pappdächer, wenn First-, Mittel- und Fufspfetten vorhanden sind.

$P = {}^5/_8$ der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	10,5	14	12	16	13	18	14	19
3,0	12	16	13,5	18	14,5	20	16,5	21
3,5	13	18	15	20	16,5	22	17,5	24
4,0	14,5	19	16,5	22	18,5	24	19,5	26
4,5	15,5	21	17,5	24	19,5	26	21	28
5,0	17	22	19	26	21	28	23	30

Tabelle Nr. 83.

Fufspfettenstärken für Zink-, Eisenblech- und Pappdächer, wenn First-, Mittel- und Fufspfetten vorhanden sind.

$P = \frac{3}{16}$ der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	7	10	8	11	8,5	12	9,5	13
3,0	8	10	9	12	10	13	11	14
3,5	8,5	12	10	14	11	15	12	16
4,0	9,5	13	11	15	12,5	16	13,5	17
4,5	11	14	12	16	13	18	14	19
5,0	11	15	13	17	14	19	15,5	20

Tabelle Nr. 84.

Firstpfettenstärken für Zink-, Eisenblech- und Pappdächer, wenn First- und Fufspfetten und auf jeder Dachseite zwei Mittelpfetten vorhanden sind.

$P = \frac{4}{15}$ der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	9	12	10	14	11,5	15	13	16
3,0	10	14	11,5	16	13	17	13,5	19
3,5	11	15	13	17	14	19	16	20
4,0	12	17	14	19	15	21	17	22
4,5	13	18	16	20	17	22	18,5	24
5,0	14,5	19	16,5	22	18,5	24	19,5	26

Tabelle Nr. 85.

Mittelpfettenstärken für Zink-, Eisenblech- und Pappdächer, wenn First- und Fufspfetten und auf jeder Dachseite zwei Mittelpfetten vorhanden sind.

$P = {}^{11}/_{30}$ der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	10	14	11,5	15	12,5	17	14	18
3,0	11,5	15	13	17	14	19	15	21
3,5	12	17	14,5	19	16	21	17	23
4,0	14	18	16	21	17,5	23	18,5	25
4,5	14,5	20	17	23	18,5	25	20	27
5,0	16,5	21	19	24	20	27	21,5	29

Tabelle Nr. 86.

Fufspfettenstärken für Zink-, Eisenblech- und Pappdächer, wenn First- und Fufspfetten und auf jeder Dachseite zwei Mittelpfetten vorhanden sind.

$P = {}^{2}/_{15}$ der lotrechten Last des Binderfeldes einer Dachseite.

Frei tragende Pfettenlänge in Metern.	Entfernung der Pfetten von Mitte zu Mitte							
	2 m		3 m		4 m		5 m	
	b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
2,5	7	10	8	11	9	12	10	13
3,0	8	11	10	12	10	14	11	15
3,5	9	12	10	14	11,5	15	12,5	16
4,0	10	13	11	15	12	17	13	18
4,5	11	14	12,5	16	13	18	14,5	19
5,0	11,5	15	13,5	17	14,5	19	15,5	21

Bei der Berechnung der in obigen Tabellen angegebenen Pfettenstärken ist überall vorausgesetzt, dafs jeder Sparren aus einem Stück bestehe. Wenn dies nicht der Fall ist, also wenn jeder Sparren aus zwei oder mehreren Stücken besteht, die auf den Pfetten gestofsen sind, ist die Verteilung der Belastung auf die Pfetten eine andere.

Hat z. B. eine Dachseite drei Mittelpfetten, so wird bei aus einem Stück bestehenden Sparren die Fufspfette $^{11}/_{112}$, die untere und obere Mittelpfette je $^{2}/_{7}$, die mittlere Mittelpfette $^{13}/_{56}$ und die Firstpfette $^{11}/_{56}$ der Gesamtlast einer Dachseite zu tragen haben (siehe Fig. 62).

Sind aber die Sparren auf der mittleren Mittelpfette gestofsen, so hat die Fufspfette $^{3}/_{32}$, die untere und obere Mittelpfette je $^{5}/_{16}$, die mittlere Mittelpfette $^{3}/_{16}$ und die Firstpfette ebenfalls $^{3}/_{16}$ der Gesammtlast einer Dachseite zu tragen.

Man würde für diesen Fall die Pfettenstärken aus den Tabellen für die Dächer mit einer Mittelpfette entnehmen, und zwar in der Weise, dafs die Fufspfette gleich der Fufspfette, die untere und obere Mittelpfette gleich der Mittelpfette und die mittlere Mittelpfette und die Firstpfette gleich der Firstpfette der Tabellen gemacht werden.

Bei Pultdächern ist überall die Firstpfette gleich der Fufspfette zu nehmen.

Sind die Sparren am unteren Ende in die Balken verzapft, so fällt einfach die Fufspfette fort, ohne dafs die Stärke der anderen Pfetten sich ändert.

Bei der Berechnung der Tabellen ist angenommen, dafs die Pfetten so liegen, dafs ihre Seitenflächen lotrechte und horizontale Ebenen bilden.

Obgleich nun die Berechnung sich ändern würde, wenn dieselben eine andere Lage haben, etwa dafs die Seitenflächen normal und parallel zur Dachebene lägen, so kann man für die Praxis die angegebenen Dimensionen auch in diesem Falle beibehalten, da die Differenz, besonders bei flachen Dächern, keine erhebliche sein wird.

Ruhen die Pfetten auf lotrechten Ständern, so hängt die Gröfse des Querschnittes der Ständer freilich zum Teil von deren Länge ab, wenigstens dann, wenn die Länge mehr als 31mal so grofs ist, als die kleinere Querschnittsausdehnung; für gewöhnlich aber wird es völlig genügend sein, diesen Ständern einen quadratischen Querschnitt zu geben, dessen Seite gleich der Pfettenbreite ist. Hat z. B. eine Pfette Seiten von 14 und 18 cm Breite, so mache man die zum Tragen der Pfette bestimmten Ständer 14 cm im Quadrat stark.

Zangenhölzer werden hauptsächlich mit ihrer absoluten Festigkeit in Anspruch genommen (Festigkeit gegen das Zerreifsen) und könnten deshalb sehr geringe Dimensionen erhalten, wenn nicht eine Überblattung mit den Ständern, Sparren, Streben und Hängesäulen erwünscht wäre, um die Unverschiebbarkeit eines Binders zu bewirken.

Für gewöhnlich dürfte es vollkommen ausreichend sein, wenn man Doppelzangen (jede ein Halbholz) aus Hölzern von der Stärke der Ständer aufschneidet.

Wenn also die Ständer, welche Pfetten tragen, 16/16 cm Stärke haben, würden die Zangen 8/16 cm erhalten.

Mitunter kommt es vor, dafs die Zangen ein Gebälke zu tragen haben zur Bildung einer Decke; in diesem Falle kommt aufser der absoluten auch noch die relative Festigkeit der Zangen in Betracht, und mufs die Stärke derselben dann hierauf berechnet werden, wozu die Formel am Anfang der Tabellen über die Balkenstärken gegeben ist.

Da in vielen Gegenden das Bauholz in bereits vierkantig behauenem Zustande in den Handel kommt (leider meistens in für die relative Festigkeit weniger günstigen Querschnittsverhältnissen), so wird man häufig genötigt sein, von den in den vorstehenden Balken-, Pfetten- und Sparren-Tabellen angegebenen Querschnitten abzuweichen.

Um nun auch für diese Fälle die Tabellen brauchbar zu machen, lassen wir nachstehend eine Tabelle folgen, welche in den Horizontalreihen die Dimensionen b und h verschiedener Querschnitte von gleicher Tragfähigkeit enthält.

In den beiden ersten (lotrechten) Kolumnen sind die in den Tabellen vorkommenden Querschnittsdimensionen b und h aufgeführt.

In den beiden folgenden ist der gleiche Tragfähigkeit ergebende quadratische Querschnitt angegeben; in den folgenden ist die Breite b stets um 1 cm geringer, während die Höhe h zunimmt, sodass das Widerstandsmoment, also die Tragfähigkeit, stets dieselbe bleibt. Hat man also keine Hölzer von den in den Tabellen angegebenen Dimensionen vorrätig, so kann man in der folgenden Tabelle unter den gleich tragfähigen Querschnitten den passendsten auswählen.

Tabelle Nr. 87.

Querschnitte von annähernd gleichem Widerstandsmoment in Bezug auf die in den Balken-, Sparren- und Pfettentabellen angegebenen Querschnitte.

b	h	b	h	b	h	b	h	b	h	b	h	b	h	b	h	b	h	b	h	b	h
7	10	8,9	8,9	8	9,3	6	10,8	5	11,8	4	13,2										
8	10	9,3	9,3	9	9,5	7	10,7	6	11,5	5	12,6										
8	11	9,9	9,9	9	10,4	7	11,7	6	12,7	5	13,9										
9	11	10,2	10,2	10	10,4	8	11,7	7	12,5	6	13,5	5	14,8								
8	12	10,5	10,5	10	10,7	7	12,8	6	13,9	5	15,2										
8,5	12	10,7	10,7	10	11,0	9	11,7	8	12,4	7	13,2	6	14,3								
9	12	10,9	10,9	10	11,4	8	12,7	7	13,6	6	14,7	5	16,1								
10	12	11,3	11,3	11	11,4	9	12,6	8	13,4	7	14,4	6	15,5								
9	13	11,5	11,5	11	11,7	10	12,3	8	13,8	7	14,7	6	15,9	5	17,4						
9,5	13	11,7	11,7	11	12,0	10	12,6	8	14,1	7	15,1	6	16,4	5	17,9						
10	13	12,5	12,5	12	12,8	11	13,3	9	14,8	8	15,7	7	16,7	6	18,0	5	19,8				
10	14	12,5	12,5	12	12,8	11	13,3	9	14,8	8	15,7	7	16,7	6	18,0	5	19,8				
10,5	14	12,7	12,7	12	13,0	11	13,7	10	14,3	9	15,1	8	16,0	7	17,1	6	18,5				
11	14	12,8	12,8	12	13,4	10	14,7	9	15,5	8	16,4	7	17,6	6	19,0						
11	15	13,5	13,5	13	13,8	12	14,4	10	15,7	9	16,6	8	17,6	7	18,8	6	20,3				
11,5	15	13,7	13,7	13	14,1	12	14,7	11	15,3	10	16	9	16,9	8	18	7	19,2				
12	15	14	14	13	14,4	11	15,7	10	16,4	9	17,3	8	18,4	7	19,6	6	21,2				
11,5	16	14,3	14,3	14	14,5	13	15	12	15,7	11	16,4	10	17,1	9	18	8	19,2	7	20,5		
12	16	14,5	14,5	14	14,8	13	15,4	11	16,7	10	17,5	9	18,2	8	19,6	7	20,9				
12,5	16	14,7	14,7	14	15,1	13	15,7	12	16,3	11	17	10	17,9	9	18,8	8	20	7	21,4		
13	16	15	15	14	15,4	12	16,7	11	17,4	10	18,2	9	19,2	8	20,4	7	21,8				
12	17	15	15	14	15,7	13	16,3	11	17,7	10	18,6	9	19,6	8	20,8	7	22,2				
12,5	17	15,3	15,3	14	16	13	16,7	12	17,3	11	18,1	10	19	9	20	8	21,5	7	22,7		
13	17	15,6	15,6	15	15,8	14	16,4	12	17,7	11	18,5	10	19,4	9	20,4	8	21,7	7	23,2		
13,5	17	15,7	15,7	15	16,1	14	16,7	13	17,3	12	18	11	18,8	10	19,7	9	20,8	8	22,1		

13	18	16,1	16,1	15	16,8	14	17,3	12	18,7	11	19,5	10	20,4	9	21,6	8	22,9	7	24,5		
13,5	18	16,3	16,3	16	16,5	15	17,1	14	17,7	13	18,3	12	19,1	11	19,9	10	20,8	9	22		
14	18	16,5	16,5	16	16,8	15	17,4	13	18,7	12	19,5	11	20,3	10	21,3	9	22,5	8	23,8		
14	19	17,1	17,1	17	17,2	16	17,8	15	18,4	13	19,7	12	20,5	11	21,4	10	22,5	9	23,5		
14,5	19	17,3	17,3	17	17,6	16	18,1	15	18,7	14	19,3	13	20	12	20,9	11	21,8	10	22,9		
15	19	17,5	17,5	17	17,8	16	18,4	14	19,7	13	20,4	12	21,3	11	22,2	10	23,3	9	24,5		
14,5	20	18	18	17	18,5	16	19	15	19,7	14	20,3	13	21	12	22	11	23	10	24,1		
15	20	18,1	18,1	17	18,8	16	19,4	14	20,7	13	21,5	12	22,4	11	23,4	10	24,5	9	25,8		
15,5	20	18,2	18,2	17	19	16	19,5	15	20,2	14	20,9	13	21,7	12	22,6	11	23,6	10	24,7		
16	20	18,5	18,5	18	18,8	17	19,4	15	20,7	14	31,4	13	22,2	12	23,1	11	24,1	10	25,3		
15	21	18,8	18,8	18	19,2	17	19,7	16	20,3	14	21,7	13	22,6	12	23,5	11	24,5	10	25,7		
15,5	21	19	19	18	19,5	17	20	16	20,6	14	22	13	22,9	12	23,8	11	24,9	10	26,1		
16	21	19,2	19,2	18	19,8	17	20,3	15	21,7	14	22,5	13	23,4	12	24,3	11	25,4	10	26,6		
16,5	21	19,4	19,4	18	20,1	17	20,7	16	21,3	15	22,1	14	22,9	13	23,8	12	24,7	11	25,8	10	27
16	22	19,8	19,8	19	20,2	18	20,7	17	21,3	15	22,7	14	23,5	13	24,4	12	25,3	11	26,5	10	27,8
16,5	22	20	20	19	20,5	18	21	17	21,6	16	22,4	15	23	14	23,8	13	24,7	12	25,7	11	26,9
17	22	20,2	20,2	19	20,8	18	21,4	16	22,8	15	23,4	14	24,2	13	25,1	12	26,1	11	27,3	10	28,7
16,5	23	20,6	20,6	20	20,9	19	21,4	18	22	17	22,7	16	23,5	15	24,1	14	25	13	26	12	27
17	23	20,8	20,8	20	21,2	19	21,7	18	22,4	16	23,7	15	24,5	14	25,4	13	26,3	12	27,4	11	28,6
17,5	23	21	21	20	21,5	19	22,1	18	22,8	17	23,4	16	24,1	15	24,9	14	25,8	13	26,7	12	27,8
18	23	21,2	21,2	20	21,8	19	22,4	17	23,7	16	24,5	15	25,3	14	26,2	13	27	12	28,2	11	29,4
17,5	24	21,6	21,6	21	21,9	20	22,4	19	23	18	23,6	17	24,3	16	25,1	15	25,9	14	26,8	13	27,8
18	24	21,8	21,8	21	22,2	20	22,7	19	23,3	17	24,7	16	25,5	15	26,3	14	27,2	13	28,2	12	29,4
18,5	24	22	22	21	22,5	20	23	19	23,6	18	24,3	17	25	16	25,8	15	26,6	14	27,6	13	28,6
19	24	22,2	22,2	21	22,8	20	23,3	18	24,6	17	25,4	16	26,1	15	27	14	28	13	29	12	30,2
18	25	22,4	22,4	21	23,2	20	23,7	19	24,3	17	25,8	16	26,5	15	27,4	14	28,4	13	29,4	12	30,6
18,5	25	22,7	22,7	22	22,9	21	23,5	20	24	19	24,6	18	25,3	17	26,1	16	26,8	15	27,7	14	28,7
19	25	22,8	22,8	22	23,2	21	23,9	20	24,4	18	25,7	17	26,5	16	27,2	15	28,2	14	29,1	13	30,2
19,5	25	23	23	22	23,6	21	24,3	20	24,8	19	25,9	18	26,1	17	26,9	16	27,6	15	28,6	14	29,5
18,5	26	23,2	23,2	22	23,8	21	24,5	20	25	19	26,2	18	26,3	17	27,3	16	28	15	29	14	29,9
19	26	23,4	23,4	22	24,2	21	24,8	20	25,3	18	27,1	17	27,6	16	28,3	15	29,3	14	30,3	13	31,4
19,5	26	23,6	23,6	23	23,9	22	24,5	21	25,1	20	25,6	19	26,3	18	27,4	17	27,9	16	28,6	15	29,6
20	26	23,8	23,8	23	24,2	22	24,8	21	25,4	19	26,7	18	27,8	17	28,3	16	29	15	30	14	31
19,5	27	24,2	24,2	23	24,8	22	25,4	21	26	20	26,6	19	27,3	18	28	17	28,8	16	29,7	13	30,7

b	h	b	h	b	h	b	h	b	h	b	h	b	h	b	h	b	h	b	h	b	h
20	27	24,4	24,4	23	25,2	22	25,8	21	26,4	19	27,7	18	28,5	17	29,3	16	30,2	15	31,2	14	32,3
20,5	27	24,7	24,7	24	25	23	25,5	22	26,1	21	26,7	20	27,3	19	28	18	28,9	17	29,7	16	30,6
21	27	24,9	24,9	24	25,2	23	25,8	22	26,4	20	27,7	19	28,4	18	29,2	17	30	16	30,9	15	32
20	28	25	25	24	25,6	23	26,2	22	26,8	21	27,3	19	28,8	18	29,6	17	30,4	16	31,3	15	32,3
20,5	28	25,2	25,2	24	25,9	23	26,5	22	27,2	21	27,7	20	28,4	19	29,2	18	30	17	30,8	16	31,7
21	28	25,4	25,4	24	26,2	23	26,8	22	27,5	20	28,7	19	29,5	18	30,3	17	31,1	16	32,1	15	33,1
21,5	28	25,6	25,6	24	26,5	23	27,1	22	27,8	21	28,3	20	29,1	19	29,9	18	30,7	17	31,5	16	32,5
22	28	25,8	25,8	24	26,8	23	27,4	21	28,6	20	29,4	19	30,2	18	31	17	31,8	16	32,8	15	33,9
21	29	26	26	25	26,6	24	27,1	23	27,7	22	28,3	20	29,7	19	30,5	18	31,3	17	32,1	16	33,2
21,5	29	26,3	26,3	25	26,9	24	27,4	23	28	22	28,7	21	29,3	20	30,1	19	30,9	18	31,7	17	32,6
22	29	26,5	26,5	25	27,2	24	27,8	23	28,4	21	29,7	20	30,4	19	31,3	18	32,1	17	33	16	34
22,5	29	26,7	26,7	26	27	25	27,5	24	28,1	23	28,7	22	29,2	21	30	20	30,7	19	31,6	18	32,4
23	29	26,9	26,9	26	27,3	25	27,8	24	28,4	22	29,6	21	30,4	20	31,1	19	32	18	32,8	17	33,7
22	30	27,1	27,1	26	27,6	25	28,1	24	28,7	23	29,3	21	30,3	20	31,5	19	32,4	18	32,2	17	34,1
22,5	30	27,3	27,3	26	27,9	25	28,4	24	29	23	29,6	22	30,8	21	31,1	20	31,8	19	32,8	18	33,6
23	30	27,5	27,5	26	28,2	25	28,7	24	29,3	22	30,6	21	31,4	20	32,1	19	33,1	18	33,9	17	34,9
23,5	30	27,8	27,8	26	28,5	25	29	24	29,6	23	30,3	22	31	21	31,9	20	32,5	19	33,5	18	34,3
24	30	27,9	27,9	27	28,3	26	28,8	25	29,3	23	30,7	22	31,4	21	32,8	20	32,9	19	33,8	18	34,7
23	31	28	28	27	28,6	26	29,1	25	29,6	24	30,8	22	31,8	21	32,7	20	33,3	19	34,1	18	35
23,5	31	28,3	28,3	27	28,9	26	29,4	25	30	24	30,7	23	31,3	22	32	21	33	20	33,7	19	34,3
24	31	28,5	28,5	27	29,2	26	29,7	25	30,3	23	31,7	22	32,4	21	33,4	20	34	19	34,8	18	35,8
23	32	28,7	28,7	27	29,5	26	30	25	30,6	24	32,4	22	32,8	21	33,8	20	34,4	19	35,2	18	36,2
24	32	29	29	28	29,6	27	30,2	26	30,7	25	31,4	23	32,7	22	33,5	21	34,4	20	35	19	36
25	32	29,5	29,5	28	30,2	27	30,8	26	31,4	24	32,7	23	33,4	22	34,3	21	35,2	20	35,8	19	36,7
24	33	29,7	29,7	29	30	28	30,5	27	31,2	26	31,8	25	32,2	23	33,7	22	34,9	21	35,6	20	36,2
25	33	30,1	30,1	29	30,6	28	31,1	27	31,8	26	32,4	24	33,7	23	34,3	22	35,6	21	36,3	20	36,9
26	33	30,5	30,5	29	31,2	28	31,7	27	32,4	25	33,7	24	34,4	23	35	22	36,3	21	37	20	37,6
25	34	30,7	30,7	29	31,6	28	32,1	27	32,8	26	34,1	24	34,8	23	35,4	22	36,7	21	37,4	20	38
26	34	31,1	31,1	30	31,7	29	32,2	28	32,7	27	33,4	25	34,7	24	35,4	23	36	22	37,2	21	37,8
26	35	31,7	31,7	31	32	30	32,6	29	33,1	28	33,6	27	34,4	25	35,7	24	36,4	23	37,2	22	38
27	35	32,4	32,4	31	32,6	30	33,2	29	33,8	28	34,3	26	35,7	25	36,4	24	37,1	23	38	22	38,8

Um mit Leichtigkeit bei gegebener Belastung die nötige Stärke der Balken, oder die Tragfähigkeit vorhandener Balken ermitteln zu können, ist in der folgenden Tabelle die Tragfähigkeit von 1 m langen Balken in allen zwischen 3/6 cm und 31/31 cm liegenden, in ganzen Centimetern ausdrückbaren Querschnittsdimensionen gegeben.

Tabelle Nr. 88.

Tragfähigkeit tannener und kiefernen Balken von rechteckigem Querschnitt und 1,0 m frei liegender Länge bei gleichmäfsig verteilter Last, wenn beide Enden frei aufliegen.

$P = 8k\frac{bh^2}{6l}$. P = Eigengewicht + Nutzlast. $k = 75$.

b/h	P in Kilogr.	b/h	P in Kilogr.	b/h	P in Kilogr.	b/h	P in Kilogr.
3/6	108	10/11	1210	12/15	2700	16/18	5184
4/6	144	11/11	1331	13/15	2925	17/18	5508
5/6	180	5/12	720	14/15	3150	18/18	5832
6/6	216	6/12	864	15/15	3375	8/19	2888
3/7	147	7/12	1008	7/16	1792	9/19	3249
4/7	196	8/12	1152	8/16	2048	10/19	3610
5/7	245	9/12	1296	9/16	2304	11/19	3971
6/7	294	10/12	1440	10/16	2560	12/19	4332
7/7	343	11/12	1584	11/16	2816	13/19	4693
3/8	192	12/12	1728	12/16	3072	14/19	5054
4/8	256	6/13	1014	13/16	3328	15/19	5415
5/8	320	7/13	1183	14/16	3584	16/19	5776
6/8	384	8/13	1352	15/16	3840	17/19	6137
7/8	448	9/13	1521	16/16	4096	18/19	6498
8/8	512	10/13	1690	7/17	2023	19/19	6859
4/9	324	11/13	1859	8/17	2312	8/20	3200
5/9	405	12/13	2128	9/17	2601	9/20	3600
6/9	486	13/13	2297	10/17	2890	10/20	4000
7/9	567	6/14	1176	11/17	3179	11/20	4400
8/9	648	7/14	1372	12/17	3468	12/20	4800
9/9	729	8/14	1568	13/17	3757	13/20	5200
4/10	400	9/14	1764	14/17	4046	14/20	5600
5/10	500	10/14	1960	15/17	4335	15/20	6000
6/10	600	11/14	2156	16/17	4624	16/20	6400
7/10	700	12/14	2352	17/17	4913	17/20	6800
8/10	800	13/14	2548	8/18	2592	18/20	7200
9/10	900	14/14	2744	9/18	2916	19/20	7600
10/10	1000	6/15	1350	10/18	3240	20/20	8000
5/11	605	7/15	1575	11/18	3564	9/21	3969
6/11	726	8/15	1800	12/18	3888	10/21	4410
7/11	847	9/15	2025	13/18	4212	11/21	4851
8/11	968	10/15	2250	14/18	4536	12/21	5292
9/11	1089	11/15	2475	15/18	4860	13/21	5733

b/h	P in Kilogr.	b/h	P in Kilogr.	b/h	P in Kilogr.	b/h	P in Kilogr.
14/21	6174	15/24	8640	13/27	9477	24/29	20184
15/21	6615	16/24	9216	14/27	10206	25/29	21025
16/21	7056	17/24	9792	15/27	10935	26/29	21866
17/21	7497	18/24	10368	16/27	11664	27/26	22707
18/21	7938	19/24	10944	17/27	12393	28/29	23548
19/21	8379	20/24	11520	18/27	13122	29/29	24389
20/21	8820	21/24	12096	19/27	13851	14/30	12600
21/21	9261	22/24	12672	20/27	14580	15/30	13500
9/22	4356	23/24	13248	21/27	15309	16/30	14400
10/22	4840	24/24	13824	22/27	16038	17/30	15300
11/22	5324	11/25	6875	23/27	16767	18/30	16200
12/22	5808	12/25	7500	24/27	17496	19/30	17100
13/22	6292	13/25	8125	25/27	18225	20/30	18000
14/22	6776	14/25	8750	26/27	18954	21/30	18900
15/22	7260	15/25	9375	27/27	19683	22/30	19800
16/22	7744	16/25	10000	13/28	10192	23/30	20700
17/22	8228	17/25	10625	14/28	10976	24/30	21600
18/22	8712	18/25	11250	15/28	11760	25/30	22500
19/22	9196	19/25	11875	16/28	12544	26/30	23400
20/22	9680	20/25	12500	17/28	13328	27/30	24300
21/22	10164	21/25	13125	18/28	14112	28/30	25200
22/22	10648	22/25	13750	19/28	14896	29/30	26100
10/23	5290	23/25	14375	20/28	15680	30/30	27000
11/23	5819	24/25	15000	21/28	16464	16/31	15376
12/23	6348	25/25	15625	22/28	17480	17/31	16337
13/23	6877	12/26	8112	23/28	18032	18/31	17298
14/23	7406	13/26	8788	24/28	18816	19/31	18259
15/23	7935	14/26	9464	25/28	19600	20/31	19220
16/23	8464	15/26	10140	26/28	20384	21/31	20181
17/23	8993	16/26	10816	27/28	21168	22/31	21141
18/23	9522	17/26	11492	28/28	21952	23/31	22103
19/23	10051	18/26	12168	14/29	11774	24/31	23064
20/23	10580	19/26	12844	15/29	12615	25/31	24025
21/23	11109	20/26	13520	16/29	13456	26/31	24986
22/23	11638	21/26	14196	17/29	14297	27/31	25947
23/23	12167	22/26	14872	18/29	15138	28/31	26908
10/24	5760	23/26	15548	19/29	15979	29/31	27869
11/24	6336	24/26	16224	20/29	16820	30/31	28830
12/24	6912	25/26	16900	21/29	17661	31/31	29791
13/24	7488	26/26	17576	22/29	18502		
14/24	8064	12/27	8748	23/29	19343		

Die Anwendung obiger Tabelle ist in folgenden Beispielen ersichtlich.

I. Wie grofs kann die gleichmäfsig verteilte Nutzlast eines Balkens von 17/25 cm Stärke sein, wenn derselbe 5,4 m frei liegt?

Auflösung: Ein Balken von gleichem Querschnitt von 1 m freier Länge trägt nach obiger Tabelle 10625 kg, folglich trägt der gegebene von 5,4 m Länge $= \frac{10625}{5,4} = 1960$ kg; hiervon das Eigengewicht des Balkens $(0,17 \times 0,25 \cdot 5,4) \cdot 900$ kg $= 206$ kg subtrahiert, bleiben 1754 kg als gleichmäfsig zu verteilende Nutzlast.

Soll die Nutzlast aber nur in der Mitte des Balkens wirken, so darf sie nur halb so grofs sein, also $\frac{1754}{2} = 877$ kg.

II. Wie stark mufs ein Balken sein, der bei 5 m freier Länge 2100 kg als gleichmäfsig verteilte Last tragen soll?

Auflösung: Da derselbe so stark sein mufs, wie ein Balken von 1 m Länge, welcher das Fünffache trägt, so multiplizieren wir die Last von 2100, zu welcher wir das schätzungsweise angenommene Eigengewicht mit 200 kg addieren, mit 5, was 11500 kg ergibt, und suchen für diese Last in obiger Tabelle die entsprechende Stärke, wobei wir die Auswahl haben unter 22/23 cm, 17/26 cm, 16/27 cm und mehreren anderen, deren Tragfähigkeit der verlangten nahekommt.

Arithmetische Tabelle.

Nr. 89.

Zahl $= n$	Kreis-Umfang $= n\pi$	Kreis-Inhalt $= \frac{n^2\pi}{4}$	Quadrat $= n^2$	Kubus $= n^3$	Quadrat-Wurzel $= \sqrt{n}$	Kubik-Wurzel $= \sqrt[3]{n}$
1	3,1416	0,79	1	1	1,000	1,000
2	6,2832	3,14	4	8	1,414	1,260
3	9,4248	7,07	9	27	1,732	1,442
4	12,5664	12,57	16	64	2,000	1,587
5	15,708	19,63	25	125	2,236	1,710
6	18,850	28,27	36	216	2,449	1,817
7	21,991	38,48	49	343	2,646	1,913
8	25,133	50,27	64	512	2,828	2,000
9	28,274	63,62	81	729	3,000	2,080
10	31,416	78,54	100	1000	3,162	2,154
11	34,558	95,03	121	1331	3,317	2,224
12	37,699	113,10	144	1728	3,464	2,289
13	40,841	132,73	169	2197	3,606	2,351
14	43,982	153,94	196	2744	3,743	2,410
15	47,124	176,71	225	3375	3,873	2,466
16	50,266	201,06	256	4096	4,000	2,520

Zahl $= n$	Kreis-Umfang $= n\pi$	Kreis-Inhalt $= \frac{n^2\pi}{4}$	Quadrat $= n^2$	Kubus $= n^3$	Quadrat-Wurzel $= \sqrt{n}$	Kubik-Wurzel $= \sqrt[3]{n}$
17	53,407	226,98	289	4913	4,123	2,571
18	56,549	254,47	324	5832	4,243	2,621
19	59,690	283,53	361	6859	4,359	2,668
20	62,832	314,16	400	8000	4,472	2,714
21	65,973	346,36	441	9261	4,583	2,759
22	69,115	380,13	484	10648	4,690	2,802
23	72,257	415,48	529	12167	4,796	2,844
24	75,398	452,39	576	13824	4,899	2,884
25	78,540	490,87	625	15625	5,000	2,924
26	81,681	530,93	676	17576	5,099	2,963
27	84,823	572,56	729	19683	5,196	3,000
28	87,965	615,75	784	21952	5,292	3,037
29	91,106	660,52	841	24389	5,385	3,072
30	94,248	706,86	900	27000	5,457	3,107
31	97,389	754,77	961	29791	5,568	3,141
32	100,531	804,25	1024	32768	5,657	3,175
33	103,673	855,30	1089	35937	5,745	3,208
34	106,814	907,92	1156	39304	5,831	3,240
35	109,956	962,11	1225	42875	5,916	3,271
36	113,100	1017,88	1296	46656	6,000	3,302
37	116,240	1075,21	1369	50653	6,083	3,332
38	119,381	1134,11	1444	54872	6,146	3,362
39	122,522	1194,59	1521	59319	6,245	3,391
40	125,664	1256,64	1600	64000	6,325	3,420
41	128,805	1320,25	1681	68921	6,403	3,448
42	131,947	1385,44	1764	74088	6,481	3,476
43	135,09	1452,20	1849	79507	6,557	3,503
44	138,23	1520,53	1936	85184	6,633	3,530
45	141,37	1590,43	2025	91125	6,708	3,557
46	144,51	1661,90	2116	97336	6,782	3,583
47	147,65	1734,94	2209	103823	6,856	3,609
48	150,80	1809,56	2304	110592	6,928	3,634
49	153,94	1885,74	2401	117649	7,000	3,659
50	157,08	1963,50	2500	125000	7,071	3,684
51	160,22	2042,82	2601	132651	7,141	3,708
52	163,36	2123,72	2704	140608	7,211	3,733
53	166,50	2206,18	2809	148877	7,280	3,756
54	169,65	2290,22	2916	157464	7,349	3,780
55	172,79	2375,83	3025	166375	7,416	3,803
56	175,93	2463,01	3136	175616	7,483	3,826
57	179,07	2551,76	3249	185193	7,550	3,849
58	182,21	2642,08	3364	195112	7,616	3,871
59	185,35	2733,97	3481	205379	7,681	3,893
60	188,50	2827,43	3600	216000	7,746	3,915
61	191,64	2922,47	3721	226981	7,810	3,937
62	194,78	3019,07	3844	238328	7,874	3,958
63	197,92	3117,25	3969	250047	7,937	3,979

Zahl $= n$	Kreis-Umfang $= n\pi$	Kreis-Inhalt $= \frac{n^2\pi}{4}$	Quadrat $= n^2$	Kubus $= n^3$	Quadrat-Wurzel $= \sqrt{n}$	Kubik-Wurzel $= \sqrt[3]{n}$
252	791,68	49876	63504	16003008	15,875	6,316
253	794,82	50273	64009	16194277	15,906	6,325
254	797,96	50671	64516	16387064	15,937	6,333
255	801,11	51071	65025	16581375	15,969	6,341
256	804,25	51472	65536	16777216	16,000	6,350
257	807,39	51875	66049	16974593	16,031	6,358
258	810,53	52279	66564	17173512	16,062	6,366
259	813,67	52685	67081	17373979	16,094	6,374
260	816,81	53093	67600	17576000	16,125	6,383
261	819,96	53502	68121	17779591	16,156	6,391
262	823,10	53913	68644	17984728	16,186	6,399
263	826,24	54325	69169	18191447	16,217	6,407
264	829,38	54739	69696	18399744	16,248	6,415
265	832,52	55155	70225	18609625	16,279	6,423
266	835,66	55572	70756	18821096	16,310	6,431
267	838,81	55990	71289	19034163	16,340	6,439
268	841,95	56410	71824	19248832	16,371	6,447
269	845,09	56832	72361	19465109	16,401	6,455
270	848,23	57256	72900	19683000	16,432	6,463
271	851,37	57680	73441	19902511	16,462	6,471
272	854,51	58107	73984	20123648	16,492	6,479
273	857,66	58535	74529	20346417	16,523	6,487
274	860,80	58965	75076	20570824	16,553	6,495
275	863,94	59396	75625	20796875	16,583	6,503
276	867,08	59828	76176	21024576	16,613	6,511
277	870,22	60263	76729	21253933	16,643	6,519
278	873,36	60699	77284	21484952	16,673	6,527
279	876,50	61136	77841	21717639	16,703	6,534
280	879,65	61575	78400	21952000	16,733	6,542
281	882,79	62016	78961	22188041	16,763	6,550
282	885,93	62458	79524	22425768	16,793	6,558
283	889,07	62902	80089	22665187	16,823	6,565
284	892,21	63347	80656	22906304	16,852	6,573
285	895,35	63794	81225	23149125	16,882	6,581
286	898,50	64242	81796	23393656	16,912	6,589
287	901,64	64692	82369	23639903	16,941	6,596
288	904,78	65144	82944	23887872	16,971	6,604
289	907,92	65597	83521	24137569	17,000	6,612
290	911,06	66052	84100	24389000	17,029	6,619
291	914,20	66508	84681	24642171	17,059	6,627
292	917,35	66966	85264	24897088	17,088	6,634
293	920,49	67426	85849	25153757	17,117	6,642
294	923,63	67887	86436	25412184	17,146	6,639
295	926,77	68349	87025	25672375	17,176	6,657
296	929,91	68813	87616	25934336	17,205	6,664
297	933,05	69279	88209	26198073	17,234	6,672
298	936,19	69747	88804	26463592	17,263	6,679

Zahl $= n$	Kreis-Umfang $= n\pi$	Kreis-Inhalt $= \frac{n^2\pi}{4}$	Quadrat $= n^2$	Kubus $= n^3$	Quadrat-Wurzel $= \sqrt{n}$	Kubik-Wurzel $= \sqrt[3]{n}$
111	348,72	9676,9	12321	1367631	10,536	4,806
112	351,86	9852,0	12544	1404928	10,583	4,820
113	355,00	10028,7	12769	1442897	10,630	4,835
114	358,14	10207,0	12996	1481544	10,677	4,849
115	361,28	10386,9	13225	1520875	10,724	4,863
116	364,42	10568,3	13465	1560896	10,770	4,877
117	367,57	10751,3	13689	1601613	10,817	4,891
118	370,71	10435,9	13924	1643032	10,863	4,905
119	373,85	11122,0	14161	1685159	10,909	4,919
120	376,99	11309,7	14400	1728000	10,955	4,932
121	380,13	11499,0	14641	1771561	11,000	4,946
122	383,27	11689,9	14884	1815848	11,045	4,960
123	386,42	11882,3	15129	1860867	11,091	4,973
124	389,56	12076,3	15376	1906624	11,136	4,987
125	392,70	12271,6	15625	1953125	11,180	5,000
126	395,84	12469,0	15876	2000376	11,225	5,013
127	398,98	12667,7	16129	2048383	11,269	5,027
128	402,12	12868,0	16384	2097152	11,314	5,040
129	405,27	13069,8	16641	2146689	11,358	5,053
130	408,41	13273,2	16900	2197000	11,402	5,066
131	411,55	13478,2	17161	2248091	11,446	5,079
132	414,69	13684,8	17424	2299968	11,489	5,092
133	417,83	13892,9	17689	2352637	11,533	5,105
134	420,97	14102,6	17956	2406104	11,576	5,117
135	424,12	14313,9	18225	2460375	11,619	5,130
136	427,26	14526,8	18496	2515456	11,662	5,143
137	430,40	14741,2	18769	2571353	11,705	5,155
138	433,54	14957,2	19044	2628072	11,747	5,168
139	436,68	15174,7	19321	2685619	11,790	5,180
140	439,82	15393,8	19600	2744000	11,832	5,193
141	442,96	15614,5	19881	2803221	11,874	5,205
142	446,11	15836,8	20164	2863288	11,916	5,217
143	449,25	16060,6	20449	2924207	11,958	5,229
144	452,39	16286,1	20736	2985984	12,000	5,242
145	455,53	16513,0	21025	3048625	12,042	5,254
146	458,67	16741,6	21316	3112136	12,083	5,266
147	461,81	16971,7	21609	3176523	12,124	5,278
148	464,96	17203,4	21904	3241792	12,166	5,290
149	468,10	17436,6	22201	3307949	12,207	5,302
150	471,24	17671,5	22500	3375000	12,247	5,313
151	474,38	17907,9	22801	3442951	12,288	5,325
152	477,52	18145,9	23104	3511808	12,329	5,337
153	480,66	18385,4	23409	3581577	12,369	5,349
154	483,81	18626,5	23716	3652264	12,410	5,360
155	486,95	18869,2	24025	3723875	12,450	5,372
156	490,09	19113,5	24336	3796416	12,490	5,383
157	493,23	19359,3	24649	3869893	12,530	5,395

Zahl $= n$	Kreis-Umfang $= n\pi$	Kreis-Inhalt $= \frac{n^2\pi}{4}$	Quadrat $= n^2$	Kubus $= n^3$	Quadrat-Wurzel $= \sqrt{n}$	Kubik-Wurzel $= \sqrt[3]{n}$
158	496,37	19606,7	24964	3944312	12,570	5,406
159	499,51	19855,7	25281	4019679	12,610	5,418
160	502,65	20106,2	25600	4096000	12,649	5,429
161	505,80	20358	25921	4173281	12,689	5,440
162	508,94	20612	26244	4251528	12,728	5,451
163	512,08	20867	26569	4330747	12,767	5,463
164	515,22	21124	26896	4410944	12,806	5,474
165	518,36	21382	27225	4492125	12,845	5,485
166	521,50	21642	27556	4574296	12,884	5,496
167	524,65	21904	27889	4657463	12,923	5,507
168	527,79	22167	28224	4741632	12,961	5,518
169	530,93	22432	28561	4826809	13,000	5,529
170	534,07	22698	28900	4913000	13,038	5,540
171	537,21	22966	29241	5000211	13,077	5,551
172	540,35	23255	29584	5088448	13,115	5,561
173	543,50	23506	29929	5177717	13,153	5,572
174	546,64	23779	30276	5268024	13,191	5,583
175	549,78	24053	30625	5359375	13,229	5,593
176	552,92	24328	30976	5451776	13,267	5,604
177	556,06	24606	31329	5545233	13,304	5,615
178	559,20	24885	31684	5639752	13,342	5,625
179	562,35	25165	32041	5735339	13,379	5,636
180	565,49	25447	32400	5832000	13,416	5,646
181	568,63	25730	32761	5929741	13,454	5,657
182	571,77	26016	33124	6028568	13,491	5,667
183	574,91	26302	33489	6128487	13,528	5,677
184	578,05	26590	33856	6229504	13,565	5,688
185	581,19	26880	34225	6331625	13,602	5,698
186	584,34	27172	34596	6434856	13,638	5,708
187	587,48	27465	34969	6539203	13,675	5,719
188	590,62	27759	35344	6644672	13,711	5,729
189	593,76	28055	35721	6751269	13,748	5,739
190	596,90	28353	36100	6859000	13,784	5,749
191	600,04	28652	36481	6967871	13,820	5,759
192	603,19	28953	36864	7077888	13,856	5,769
193	606,33	29255	37249	7189057	13,892	5,779
194	609,47	29559	37636	7301384	13,928	5,789
195	612,61	29865	38025	7414875	13,964	5,799
196	615,75	30172	38416	7529536	14,000	5,809
197	618,89	30481	38809	7645373	14,036	5,819
198	622,04	30791	39204	7762392	14,071	5,829
199	625,18	31103	39601	7880599	14,107	5,838
200	628,32	31416	40000	8000000	14,142	5,848
201	631,46	31731	40401	8120601	14,177	5,858
202	634,60	32047	40804	8242408	14,213	5,868
203	637,74	32366	41209	8365427	14,248	5,877
204	640,89	32685	41616	8489664	14,283	5,887

Zahl $= n$	Kreis-Umfang $= n\pi$	Kreis-Inhalt $= \frac{n^2\pi}{4}$	Quadrat $= n^2$	Kubus $= n^3$	Quadrat-Wurzel $= \sqrt{n}$	Kubik-Wurzel $= \sqrt[3]{n}$
205	644,03	33006	42025	8615125	14,318	5,896
206	647,17	33329	42436	8741816	14,353	5,906
207	650,31	33654	42849	8869743	14,388	5,916
208	653,45	33979	43264	8998912	14,422	5,925
209	656,59	34307	43681	9129329	14,457	5,935
210	659,73	34636	44100	9261000	14,491	5,944
211	662,88	34967	44521	9393931	14,526	5,953
212	666,02	35299	44944	9528128	14,560	5,963
213	669,16	35633	45369	9663597	14,595	5,972
214	672,30	35968	45796	9800344	14,629	5,981
215	675,44	36305	46225	9938375	14,663	5,991
216	678,58	36644	46656	10077696	14,697	6,000
217	681,73	36984	47089	10218313	14,731	6,009
218	684,87	37325	47524	10360232	14,765	6,019
219	688,01	37668	47961	10503459	14,799	6,028
220	691,15	38013	48400	10648000	14,832	6,037
221	694,29	38360	48841	10793861	14,866	6,046
222	697,43	38708	49284	10941048	14,900	6,055
223	700,58	39057	49729	11089567	14,933	6,064
224	703,72	39408	50176	11239424	14,967	6,073
225	706,86	39761	50625	11390625	15,000	6,082
226	710,00	40115	51076	11543176	15,033	6,091
227	713,14	40471	51529	11697083	15,067	6,100
228	716,28	40828	51984	11852352	15,100	6,109
229	719,42	41187	52441	12008989	15,133	6,120
230	722,57	41548	52900	12167000	15,166	6,127
231	725,71	41910	53361	12326391	15,199	6,136
232	728,85	42273	53824	12487168	15,232	6,145
233	731,99	42638	54289	12649337	15,264	6,153
234	735,13	43005	54756	12812904	15,297	6,162
235	738,27	43374	55225	12977875	15,330	6,171
236	741,42	43744	55696	13144256	15,362	6,180
237	744,56	44115	56149	13312053	15,395	6,189
238	747,70	44488	56644	13481272	15,427	6,197
239	750,84	44863	57121	13651919	15,460	6,206
240	753,98	45239	57600	13824000	15,492	6,215
241	757,12	45617	58081	13997521	15,524	6,223
242	760,27	45996	58564	14172488	15,556	6,232
243	763,41	46377	59049	14348907	15,589	6,240
244	766,55	46759	59536	14526784	15,621	6,249
245	769,69	47144	60025	14706125	15,653	6,257
246	772,83	47529	60516	14886936	15,684	6,266
247	775,97	47916	61009	15069223	15,716	6,274
248	779,12	48305	61504	15252992	15,748	6,283
249	782,26	48695	62001	15438249	15,780	6,291
250	785,40	49087	62500	15625000	15,811	6,300
251	788,54	49481	63001	15813251	15,843	6,308

Zahl = n	Kreis-Umfang = $n\pi$	Kreis-Inhalt = $\frac{n^2\pi}{4}$	Quadrat = n^2	Kubus = n^3	Quadrat-Wurzel = $\sqrt{n}$	Kubik-Wurzel = $\sqrt[3]{n}$
252	791,68	49876	63504	16003008	15,875	6,316
253	794,82	50273	64009	16194277	15,906	6,325
254	797,96	50671	64516	16387064	15,937	6,333
255	801,11	51071	65025	16581375	15,969	6,341
256	804,25	51472	65536	16777216	16,000	6,350
257	807,39	51875	66049	16974593	16,031	6,358
258	810,53	52279	66564	17173512	16,062	6,366
259	813,67	52685	67081	17373979	16,094	6,374
260	816,81	53093	67600	17576000	16,125	6,383
261	819,96	53502	68121	17779591	16,156	6,391
262	823,10	53913	68644	17984728	16,186	6,399
263	826,24	54325	69169	18191447	16,217	6,407
264	829,38	54739	69696	18399744	16,248	6,415
265	832,52	55155	70225	18609625	16,279	6,423
266	835,66	55572	70756	18821096	16,310	6,431
267	838,81	55990	71289	19034163	16,340	6,439
268	841,95	56410	71824	19248832	16,371	6,447
269	845,09	56832	72361	19465109	16,401	6,455
270	848,23	57256	72900	19683000	16,432	6,463
271	851,37	57680	73441	19902511	16,462	6,471
272	854,51	58107	73984	20123648	16,492	6,479
273	857,66	58535	74529	20346417	16,523	6,487
274	860,80	58965	75076	20570824	16,553	6,495
275	863,94	59396	75625	20796875	16,583	6,503
276	867,08	59828	76176	21024576	16,613	6,511
277	870,22	60263	76729	21253933	16,643	6,519
278	873,36	60699	77284	21484952	16,673	6,527
279	876,50	61136	77841	21717639	16,703	6,534
280	879,65	61575	78400	21952000	16,733	6,542
281	882,79	62016	78961	22188041	16,763	6,550
282	885,93	62458	79524	22425768	16,793	6,558
283	889,07	62902	80089	22665187	16,823	6,565
284	892,21	63347	80656	22906304	16,652	6,573
285	895,35	63794	81225	23149125	16,882	6,581
286	898,50	64242	81796	23393656	16,912	6,589
287	901,64	64692	82369	23639903	16,941	6,596
288	904,78	65144	82944	23887872	16,971	6,604
289	907,92	65597	83521	24137569	17,000	6,612
290	911,06	66052	84100	24389000	17,029	6,619
291	914,20	66508	84681	24642171	17,059	6,627
292	917,35	66966	85264	24897088	17,088	6,634
293	920,49	67426	85849	25153757	17,117	6,642
294	923,63	67887	86436	25412184	17,146	6,639
295	926,77	68349	87025	25672375	17,176	6,657
296	929,91	68813	87616	25934336	17,205	6,664
297	933,05	69279	88209	26198073	17,234	6,672
298	936,19	69747	88804	26463592	17,263	6,679

Zahl $= n$	Kreis-Umfang $= n\pi$	Kreis-Inhalt $= \frac{n^2\pi}{4}$	Quadrat $= n^2$	Kubus $= n^3$	Quadrat-Wurzel $= \sqrt{n}$	Kubik-Wurzel $= \sqrt[3]{n}$
299	939,34	70215	89401	26730899	17,292	6,687
300	942,48	70686	90000	27000000	17,321	6,694
301	945,62	71158	90601	27270901	17,349	6,702
302	948,76	71631	91204	27543608	17,378	6,709
303	951,90	72107	91809	27818127	17,407	6,717
304	955,04	72583	92416	28094464	17,436	6,724
305	958,19	73062	93025	28372625	17,464	6,731
306	961,33	73542	93636	28652616	17,493	6,739
307	964,47	74023	94249	28934443	17,521	6,746
308	967,61	74506	94864	29218112	17,550	6,753
309	970,75	74991	95481	29503629	17,578	6,761
310	973,89	75477	96100	29791000	17,607	6,768
311	977,04	75965	96721	30080231	17,635	6,775
312	980,18	76454	97344	30371328	17,664	6,782
313	983,32	76945	97969	30664297	17,692	6,790
314	986,46	77437	98596	30959144	17,720	6,797
315	989,60	77931	99225	31255875	17,748	6,804
316	992,74	78427	99856	31554496	17,776	6,811
317	995,88	78924	100489	31855013	17,805	6,819
318	999,03	79423	101124	32157432	17,833	6,826
319	1002,17	79923	101761	32461759	17,861	6,833
320	1005,31	80425	102400	32768000	19,889	6,840
321	1008,45	80928	103041	33076161	17,917	6,847
322	1011,59	81433	103684	33386248	17,944	6,854
323	1014,73	81940	104329	33698267	17,972	6,861
324	1017,88	82448	104976	34012224	18,000	6,868
325	1021,02	82958	105625	34328125	18,028	6,875
326	1024,16	83469	106276	34645976	18,056	6,882
327	1027,30	83982	106929	34965783	18,083	6,889
328	1030,44	84496	107584	35287552	18,111	6,896
329	1033,58	85012	108241	35611289	18,238	6,903
330	1036,73	85530	108900	35937000	18,166	6,910
331	1039,87	86049	109561	36264691	18,193	6,917
332	1043,01	86570	110224	36594368	18,221	6,924
333	1046,15	87092	110889	36926037	18,248	6,931
334	1049,29	87616	111556	37259704	18,276	6,938
335	1052,43	88141	112225	37595375	18,303	6,945
336	1055,58	88668	112896	37933056	18,330	6,952
337	1058,72	89197	113569	38272753	18,358	6,959
338	1061,86	89727	114244	38614472	18,385	6,966
339	1065,00	90259	114921	38958219	18,412	6,973
340	1068,14	90792	115600	39304000	18,439	6,980
341	1071,28	91327	116281	39651821	18,466	6,986
342	1074,42	91863	116964	40001688	18,493	6,993
343	1077,57	92401	117649	40353607	18,520	7,000
344	1080,71	92941	118336	40707584	18,547	7,007
345	1083,85	93482	119025	41063625	18,574	7,014

Zahl $= n$	Kreis-Umfang $= n\pi$	Kreis-Inhalt $= \frac{n^2\pi}{4}$	Quadrat $= n^2$	Kubus $= n^3$	Quadrat-Wurzel $= \sqrt{n}$	Kubik-Wurzel $= \sqrt[3]{n}$
346	1086,99	94025	119716	41421736	18,601	7,020
347	1090,13	94569	120409	41781923	18,628	7,027
348	1093,27	95115	121104	42144192	18,655	7,034
349	1096,42	95662	121801	42508549	18,682	7,041
350	1099,56	96211	122500	42875000	18,708	7,047
351	1102,7	96762	123201	43243551	18,735	7,054
352	1105,8	97314	123904	43614208	18,762	7,061
353	1109,0	97868	124609	43986977	18,788	7,067
354	1112,1	98423	125316	44361864	18,815	7,074
355	1115,3	98980	126025	44738875	18,841	7,081
356	1118,4	99538	126736	45118016	18,868	7,087
357	1121,6	100098	127449	45499293	18,894	7,094
358	1124,7	100660	128164	45882712	18,921	7,101
359	1127,8	101223	128881	46268279	18,947	7,107
360	1131,0	101788	129600	46656000	18,974	7,114
361	1134,1	102354	130321	47045881	19,000	7,120
362	1137,3	102922	131044	47437928	19,026	7,127
363	1140,4	103491	131769	47832147	19,053	7,133
364	1143,5	104062	132496	48228544	19,079	7,140
365	1146,7	104635	133225	48627125	19,105	7,147
366	1149,8	105209	133956	49027896	19,132	7,153
367	1153,0	105785	134689	49430863	19,157	7,160
368	1156,1	106362	135424	49836032	19,193	7,166
369	1159,3	106941	136161	50243409	19,209	7,173
370	1162,4	107521	136900	50653000	19,235	7,179
371	1165,5	108103	137641	51064811	19,261	7,185
372	1168,7	108687	138384	51478848	19,287	7,192
373	1171,8	109272	139129	51895117	19,313	7,198
374	1175,0	109858	139876	52313624	19,339	7,205
375	1178,1	110447	140625	52734375	19,365	7,211
376	1181,2	111036	141376	53157376	19,391	7,218
377	1184,4	111628	142129	53582633	19,416	7,224
378	1187,5	112221	142884	54010152	19,442	7,230
379	1190,7	112815	143641	54439939	19,468	7,237
380	1193,8	113411	144400	54872000	19,494	7,243
381	1197,0	114009	145161	55306341	19,519	7,250
382	1200,0	114608	145924	55742968	19,545	7,256
383	1203,3	115209	146689	56181887	19,570	7,262
384	1206,4	115812	147456	56623104	19,596	7,269
385	1209,5	116416	148225	57066625	19,621	7,275
386	1212,7	117021	148996	57512456	19,647	7,281
387	1215,8	117628	149769	57960603	19,672	7,287
388	1218,9	118237	150544	58411072	19,698	7,294
389	1222,1	118847	151321	58863869	19,723	7,300
390	1225,2	119459	152100	59319000	19,748	7,306
391	1228,4	120072	152881	59776471	19,774	7,312
392	1231,5	120687	153664	60236288	19,799	7,319

Zahl $= n$	Kreis-Umfang $= n\pi$	Kreis-Inhalt $= \frac{n^2\pi}{4}$	Quadrat $= n^2$	Kubus $= n^3$	Quadrat-Wurzel $= \sqrt{n}$	Kubik-Wurzel $= \sqrt[3]{n}$
487	1529,96	186272	237169	115501303	22,068	7,868
488	1533,10	187038	238144	116214272	22,091	7,873
489	1536,24	187805	239121	116930169	22,113	7,878
490	1539,38	188574	240100	117649000	22,136	7,884
491	1542,52	189345	241081	118370771	22,159	7,889
492	1545,66	190117	242064	119095488	22,181	7,894
493	1548,81	190890	243049	119823157	22,204	7,900
494	1551,95	191665	244036	120553784	22,226	7,905
495	1555,09	192442	245025	121287375	22,249	7,911
496	1558,23	193221	246016	122023936	22,271	7,916
497	1561,37	194000	247009	122763473	22,294	7,921
498	1564,51	194782	248004	123505992	22,316	7,926
499	1567,65	195565	249001	124251499	22,338	7,932
500	1570,80	196350	250000	125000000	22,361	7,937
501	1573,94	197136	251001	125751501	22,383	7,942
502	1577,08	197923	252004	126506008	22,405	7,948
503	1580,22	198713	253009	127263527	22,428	7,953
504	1583,36	199504	254016	128024064	22,450	7,958
505	1586,50	200296	255025	128787625	22,472	7,963
506	1589,65	201090	256036	129554216	22,494	7,969
507	1592,79	201886	257049	130323843	22,517	7,974
508	1595,93	202683	258064	131096512	22,539	7,979
509	1599,07	203482	259081	131872229	22,561	7,984
510	1602,21	204282	260100	132651000	22,583	7,990
511	1605,35	205084	261121	133432831	22,605	7,995
512	1608,50	205887	262144	134217728	22,627	8,000*
513	1611,64	206692	263169	135005697	22,650	8,005
514	1614,78	207499	264196	135796744	22,672	8,010
515	1617,92	208307	265225	136590875	22,694	8,016
516	1621,06	209117	266256	137388096	22,716	8,021
517	1624,20	209928	267289	138188413	22,738	8,026
518	1627,35	210741	268324	138991832	22,760	8,031
519	1630,49	211556	269361	139798359	22,782	8,036
520	1633,63	212371	270400	140608000	22,804	8,042
521	1636,77	213189	271441	141420761	22,825	8,047
522	1639,91	214008	272484	142236648	22,847	8,052
523	1643,05	214829	273529	143055667	22,869	8,057
524	1646,20	215651	274576	143877824	22,891	8,062
525	1649,34	216475	275625	144703125	22,913	8,067
526	1652,48	217301	276676	145531576	22,935	8,072
527	1655,62	218128	277729	146363183	22,957	8,077
528	1658,76	218956	278784	147197952	22,978	8,083
529	1661,90	219787	279841	148035889	23,000	8,088
530	1665,04	220618	280900	148877000	23,022	8,093
531	1668,19	221452	281961	149721291	23,043	8,098
532	1671,33	222287	283024	150568768	23,065	8,103
533	1674,47	223123	284089	151419437	23,087	8,108

Zahl = n	Kreis-Umfang = $n\pi$	Kreis-Inhalt = $\frac{n^2\pi}{4}$	Quadrat = n^2	Kubus = n^3	Quadrat Wurzel = $\sqrt{n}$	Kubik-Wurzel = $\sqrt[3]{n}$
440	1382,30	152053	193600	85184000	20,976	7,606
441	1385,44	152745	194481	85766121	21,000	7,612
442	1388,58	153439	195364	86350888	21,024	7,617
443	1391,73	154134	196249	86938307	21,048	7,623
444	1394,87	154830	197136	87528384	21,071	7,630
445	1398,01	155528	198025	88121125	21,095	7,635
446	1401,15	156228	198916	88716536	21,119	7,640
447	1404,29	156930	199809	89314623	21,142	7,646
448	1407,43	157633	200704	89915392	21,166	7,652
449	1410,58	158337	201601	90518849	21,190	7,657
450	1413,72	159043	202500	91125000	21,213	7,663
451	1416,86	159751	203401	91733851	21,237	7,669
452	1420,00	160460	204304	92365408	21,260	7,674
453	1423,14	161171	205209	92959677	21,284	7,680
454	1426,28	161883	206116	93576664	21,307	7,686
455	1429,42	162597	207025	94196375	21,331	7,691
456	1432,57	163313	207936	94818816	21,354	7,690
457	1435,71	164030	208849	95443993	21,378	7,703
458	1438,85	164748	209764	96071912	21,401	7,708
459	1441,99	165468	210681	96702579	21,424	7,714
460	1445,13	166190	211600	97336000	21,448	7,719
461	1448,27	166914	212521	97972181	21,471	7,725
462	1451,42	167639	213444	98611128	21,494	7,731
463	1454,56	168365	214369	99252847	21,517	7,736
464	1457,70	169093	215296	99897344	21,541	7,742
465	1460,84	169823	216225	100544625	21,564	7,747
466	1463,98	170554	217156	101194696	21,587	7,753
467	1467,12	171287	218089	101847563	21,610	7,758
468	1470,27	172021	219024	102503232	21,633	7,764
469	1473,41	172757	219961	103161709	21,656	7,770
470	1476,55	173494	220900	103823000	21,680	7,775
471	1479,69	174234	221841	104487111	21,703	7,781
472	1482,83	174974	222786	105154048	21,726	7,786
473	1485,97	175716	223729	105823817	21,749	7,792
474	1489,12	176460	224676	106496424	21,772	7,797
475	1492,26	177205	225625	107171875	21,795	7,803
476	1495,40	177952	226576	107850176	21,817	7,808
477	1498,54	178701	227529	108531333	21,840	7,813
478	1501,68	179451	228484	109215352	21,863	7,819
479	1504,82	180203	229441	109902239	21,886	7,824
480	1507,96	180956	230400	110592000	21,909	7,830
481	1511,11	181711	231361	111284641	21,932	7,835
482	1514,25	182467	232324	111980168	21,955	7,841
483	1517,39	183225	233289	112678587	21,977	7,846
484	1520,53	183984	234256	113379904	22,000	7,851
485	1523,67	184745	235225	114084125	22,023	7,857
486	1526,81	185508	236196	114791256	22,045	7,862

Zahl $= n$	Kreis-Umfang $= n\pi$	Kreis-Inhalt $= \frac{n^2\pi}{4}$	Quadrat $= n^2$	Kubus $= n^3$	Quadrat-Wurzel $= \sqrt{n}$	Kubik-Wurzel $= \sqrt[3]{n}$
487	1529,96	186272	237169	115501303	22,068	7,868
488	1533,10	187038	238144	116214272	22,091	7,873
489	1536,24	187805	239121	116930169	22,113	7,878
490	1539,38	188574	240100	117649000	22,136	7,884
491	1542,52	189345	241081	118370771	22,159	7,889
492	1545,66	190117	242064	119095488	22,181	7,894
493	1548,81	190890	243049	119823157	22,204	7,900
494	1551,95	191665	244036	120553784	22,226	7,905
495	1555,09	192442	245025	121287375	22,249	7,911
496	1558,23	193221	246016	122023936	22,271	7,916
497	1561,37	194000	247009	122763473	22,294	7,921
498	1564,51	194782	248004	123505992	22,316	7,926
499	1567,65	195565	249001	124251499	22,338	7,932
500	1570,80	196350	250000	125000000	22,361	7,937
501	1573,94	197136	251001	125751501	22,383	7,942
502	1577,08	197923	252004	126506008	22,405	7,948
503	1580,22	198713	253009	127263527	22,428	7,953
504	1583,36	199504	254016	128024064	22,450	7,958
505	1586,50	200296	255025	128787625	22,472	7,963
506	1589,65	201090	256036	129554216	22,494	7,969
507	1592,79	201886	257049	130323843	22,517	7,974
508	1595,93	202683	258064	131096512	22,539	7,979
509	1599,07	203482	259081	131872229	22,561	7,984
510	1602,21	204282	260100	132651000	22,583	7,990
511	1605,35	205084	261121	133432831	22,605	7,995
512	1608,50	205887	262144	134217728	22,627	8,000*
513	1611,64	206692	263169	135005697	22,650	8,005
514	1614,78	207499	264196	135796744	22,672	8,010
515	1617,92	208307	265225	136590875	22,694	8,016
516	1621,06	209117	266256	137388096	22,716	8,021
517	1624,20	209928	267289	138188413	22,738	8,026
518	1627,35	210741	268324	138991832	22,760	8,031
519	1630,49	211556	269361	139798359	22,782	8,036
520	1633,63	212371	270400	140608000	22,804	8,042
521	1636,77	213189	271441	141420761	22,825	8,047
522	1639,91	214008	272484	142236648	22,847	8,052
523	1643,05	214829	273529	143055667	22,869	8,057
524	1646,20	215651	274576	143877824	22,891	8,062
525	1649,34	216475	275625	144703125	22,913	8,067
526	1652,48	217301	276676	145531576	22,935	8,072
527	1655,62	218128	277729	146363183	22,957	8,077
528	1658,76	218956	278784	147197952	22,978	8,083
529	1661,90	219787	279841	148035889	23,000	8,088
530	1665,04	220618	280900	148877000	23,022	8,093
531	1668,19	221452	281961	149721291	23,043	8,098
532	1671,33	222287	283024	150568768	23,065	8,103
533	1674,47	223123	284089	151419437	23,087	8,108

Zahl $= n$	Kreis-Umfang $= n\pi$	Kreis-Inhalt $= \frac{n^2\pi}{4}$	Quadrat $= n^2$	Kubus $= n^3$	Quadrat-Wurzel $= \sqrt{n}$	Kubik-Wurzel $= \sqrt[3]{n}$
534	1677,61	223961	285156	152273304	23,108	8,113
535	1680,75	224801	286225	153130375	23,130	8,118
536	1683,89	225642	287296	153990656	23,152	8,123
537	1687,04	226484	288369	154854153	23,173	8,128
538	1690,18	227329	289444	155720872	23,195	8,133
539	1693,32	228175	290521	156590819	23,216	8,138
540	1696,46	229022	291600	157464000	23,238	8,143
541	1699,60	229871	292681	158340421	23,259	8,148
542	1702,74	230722	293764	159220088	23,281	8,153
543	1705,88	231574	294849	160103007	23,302	8,158
544	1709,03	232428	295936	160989184	23,324	8,163
545	1712,17	233283	297025	161878625	23,345	8,168
546	1715,31	234140	298116	162771336	23,367	8,173
547	1718,45	234998	299209	163667323	23,388	8,178
548	1721,59	235858	300304	164566592	23,409	8,183
549	1724,73	236720	301401	165469149	23,431	8,188
550	1727,88	237583	302500	166375000	23,452	8,193
551	1731,02	238448	303601	167284151	23,473	8,198
552	1734,16	239314	304704	168166908	23,495	8,203
553	1737,30	240182	305809	169112377	23,516	8,208
554	1740,44	241051	306916	170031464	23,537	8,213
555	1743,58	241922	308025	170953875	23,558	8,218
556	1746,73	242795	309136	171879616	23,580	8,223
557	1749,87	243669	310249	172808693	23,601	8,228
558	1753,01	244545	311364	173741112	23,622	8,233
559	1756,15	245422	312481	174676879	23,643	8,238
560	1759,29	246301	313600	175616000	23,664	8,243
561	1762,43	247181	314721	176558481	23,685	8,248
562	1765,58	248063	315844	177504328	23,707	8,252
563	1768,72	248947	316969	178453447	23,728	8,257
564	1771,86	249832	318096	179406144	23,749	8,262
565	1775,00	250719	319225	180362125	23,770	8,267
566	1778,14	251607	320356	181321496	23,791	8,272
567	1781,28	252497	321489	182284263	23,812	8,277
568	1784,42	253388	322624	183250432	23,833	8,282
569	1787,57	254281	323761	184220009	23,854	8,287
570	1790,71	255176	324900	185193000	23,875	8,291
571	1793,85	256072	326041	186169411	23,896	8,296
572	1796,99	256970	327184	187149248	23,917	8,301
573	1800,13	257869	328329	188132517	23,937	8,306
574	1803,27	258770	329476	189119224	23,958	8,311
575	1806,42	259672	330625	190109375	23,979	8,316
576	1809,56	260576	331776	191102976	24,000	8,320
577	1812,70	261482	332929	192100033	24,021	8,325
578	1815,84	262389	334084	193100552	24,042	8,340
579	1818,98	263298	335241	194104539	24,062	8,335
580	1822,12	264208	336400	195112000	24,083	8,340

Zahl $= n$	Kreis-Umfang $= n\pi$	Kreis-Inhalt $= \frac{n^2\pi}{4}$	Quadrat $= n^2$	Kubus $= n^3$	Quadrat-Wurzel $= \sqrt{n}$	Kubik-Wurzel $= \sqrt[3]{n}$
675	2120,58	357847	455625	307546875	25,981	8,772
676	2123,72	358908	456976	308915776	26,000	8,776
677	2126,86	359971	458329	310288733	26,019	8,781
678	2130,00	361035	459684	311665752	26,038	8,785
679	2133,14	362101	461041	313046839	26,058	8,789
680	2136,28	363168	462400	314432000	26,077	8,794
681	2139,42	364237	463761	315821241	26,096	8,797
682	2142,57	365308	465124	317214568	26,115	8,802
683	2145,71	366380	466489	318611987	26,134	8,807
684	2148,85	367453	467856	320013504	26,153	8,810
685	2151,99	368528	469225	321419125	26,173	8,815
686	2155,13	369605	470596	322828856	26,192	8,819
687	2158,27	370684	471969	324242703	26,211	8,824
688	2161,42	371764	473344	325660672	26,230	8,828
689	2164,56	372845	474721	327082769	26,249	8,832
690	2167,70	373928	476100	328509000	26,268	8,837
691	2170,84	375013	477481	329939371	26,287	8,841
692	2173,98	376099	478864	331373888	26,306	8,845
693	2177,12	377187	480249	332812557	26,325	8,849
694	2180,27	378276	481636	334255384	26,344	8,854
695	2183,41	379367	483025	335702375	26,363	8,858
696	2186,55	380459	484416	337153536	26,382	8,862
697	2189,69	381534	485809	338608873	26,401	8,866
698	2192,83	382649	487204	340048392	26,420	8,871
699	2195,97	383746	488601	341532099	26,439	8,875
700	2199,11	384845	490000	343000000	26,458	8,879
701	2202,26	385945	491401	344472101	26,476	8,883
702	2205,40	387047	492804	345948408	26,495	8,888
703	2208,54	388151	494209	347428927	26,514	8,892
704	2211,68	389256	495616	348913664	26,533	8,896
705	2214,82	390363	497025	350402625	26,552	8,900
706	2217,96	391471	498436	351895816	26,571	8,904
707	2221,11	392580	499849	353393243	26,590	8,909
708	2424,25	393692	501264	354894912	26,608	8,913
709	2227,39	394805	502681	356400829	26,627	8,917
710	2230,53	395919	504100	357911000	26,646	8,921
711	2233,67	397035	505521	359425431	26,665	8,925
712	2236,81	398153	506944	360944128	26,683	8,930
713	2239,96	399272	508369	362467097	26,702	8,934
714	2243,10	400393	509796	363994344	26,721	8,938
715	2246,24	401515	511225	365525875	26,740	8,942
716	2249,38	402639	512656	367061696	26,758	8,946
717	2252,52	403765	514089	368601813	26,777	8,950
718	2255,66	404892	515524	370146232	26,796	8,955
719	2258,81	406020	516961	371694959	26,814	8,959
720	2261,95	407150	518400	373248000	26,833	8,963
721	2265,09	408282	519841	374805361	26,851	8,967

Zahl = n	Kreis-Umfang $= n\pi$	Kreis-Inhalt $= \frac{n^2\pi}{4}$	Quadrat $= n^2$	Kubus $= n^3$	Quadrat-Wurzel $= \sqrt{n}$	Kubik-Wurzel $= \sqrt[3]{n}$
628	1972,92	309748	394384	247673152	25,060	8,564
629	1976,06	310736	395641	248858189	25,083	8,568
630	1979,20	311725	396900	250047000	25,100	8,573
631	1982,35	312715	398161	251239591	25,120	8,577
632	1985,49	313707	399424	252435968	25,140	8,582
633	1988,63	314700	400689	253636137	25,160	8,586
634	1991,77	315696	401956	254840104	25,179	8,591
635	1994,91	316692	403225	256047875	25,199	8,595
636	1998,05	317690	404496	257259456	25,219	8,600
637	2001,19	318690	405769	258474853	25,239	8,604
638	2004,34	319692	407044	259694072	25,259	8,609
639	2007,48	320695	408321	260917119	25,278	8,613
640	2010,62	321699	409600	262114000	25,298	8,618
641	2013,76	322705	410881	263374721	25,318	8,622
642	2016,90	323713	412164	264609288	25,338	8,627
643	2020,04	324722	414649	265847707	25,357	8,631
644	2023,19	325733	414736	267089984	25,377	8,636
645	2026,33	326745	416025	268336125	25,397	8,640
646	2029,47	327759	417316	269586136	25,417	8,645
647	2032,61	328775	418609	270840023	25,436	8,649
648	2035,75	329792	419904	272097792	25,456	8,654
649	2038,89	330810	421201	273359449	25,476	8,658
650	2042,04	331831	422500	274625000	25,495	8,662
651	2045,18	332853	423801	275894451	25,515	8,667
652	2048,32	333876	425104	277167808	25,534	8,671
653	2051,46	334901	426409	278445077	25,554	8,676
654	2054,60	335927	427716	279726264	25,573	8,680
655	2057,74	336955	429025	281011375	25,593	8,685
656	2060,88	337985	430336	282300416	25,613	8,690
657	2064,03	339016	431649	283593393	25,632	8,693
658	2067,17	340049	432964	284890312	25,652	8,698
659	2070,31	341084	434281	286191179	25,671	8,702
660	2073,45	342119	435600	287496000	25,691	8,707
661	2076,59	343157	436921	288804781	25,710	8,711
662	2079,73	344196	438244	290117528	25,729	8,715
663	2082,88	345237	439569	291434247	25,749	8,720
664	2086,02	346279	440896	292754944	25,768	8,724
665	2089,16	347323	442225	294079625	25,788	8,729
666	2092,30	348368	443556	295408296	25,807	8,733
667	2095,44	349415	444889	296740963	25,826	8,737
668	2098,58	350464	446224	298077632	25,846	8,742
669	2101,73	351514	447561	299418309	25,865	8,746
670	2104,87	352565	448900	300763000	25,884	8,750
671	2108,01	353618	450241	302111711	25,904	8,755
672	2111,15	354673	451584	303464448	25,923	8,759
673	2114,29	355730	452929	304821217	25,942	8,763
674	2117,43	356788	454276	306182024	25,962	8,768

Zahl $= n$	Kreis-Umfang $= n\pi$	Kreis-Inhalt $= \frac{n^2\pi}{4}$	Quadrat $= n^2$	Kubus $= n^3$	Quadrat-Wurzel $= \sqrt{n}$	Kubik- Wurz… $= \sqrt[3]{n}$
769	2415,88	464454	591361	454756609	27,731	9,162
770	2419,03	465663	592900	456533000	27,749	9,166
771	2422,17	466873	594441	458314011	27,767	9,170
772	2425,31	468085	595984	460099648	27,785	9,174
773	2428,45	469298	597529	461889917	27,803	9,178
774	2431,59	470513	599076	463684824	27,821	9,182
775	2434,73	471730	600625	465484375	27,839	9,186
776	2437,88	472948	602176	467288576	27,857	9,189
777	2441,02	474168	603729	469097433	27,875	9,193
778	2444,16	475389	605284	470910952	27,893	9,197
779	2447,30	476612	606841	472729139	27,911	9,201
780	2450,44	477836	608400	474552000	27,929	9,205
781	2453,58	479062	609961	476379541	27,946	9,209
782	2456,73	480290	611524	478211768	27,964	9,213
783	2459,87	481519	613089	480048687	27,982	9,217
784	2463,01	482750	614626	481890304	28,000	9,221
785	2466,15	483982	616225	483736625	28,018	9,225
786	2469,29	485216	617796	485587656	28,036	9,229
787	2472,43	486451	619369	487443403	28,054	9,233
788	2475,58	487688	620944	489303872	28,071	9,237
789	2478,72	488927	622521	491169069	28,089	9,240
790	2481,86	490167	624100	493039000	28,107	9,244
791	2485,00	491409	625681	494913671	28,125	9,248
792	2488,14	492652	627264	496793088	28,143	9,252
793	2491,28	493897	628849	498677257	28,160	9,256
794	2494,42	495143	630436	500566184	28,178	9,260
795	2497,57	496391	632025	502459875	28,196	9,264
796	2500,71	497641	633616	504358336	28,214	9,268
797	2503,85	498892	635209	506261573	28,231	9,272
798	2506,99	500145	636804	508169592	28,249	9,275
799	2510,13	501399	638401	510082399	28,267	9,279
800	2513,27	502655	640000	512000000	28,284	9,283
801	2516,42	503912	641601	513922401	28,302	9,287
802	2519,56	505171	643204	515849608	28,320	9,291
803	2522,70	506432	644809	517781627	28,337	9,295
804	2525,84	507694	646416	519718464	28,355	9,299
805	2528,98	508958	648025	521660125	28,373	9,303
806	2532,12	510223	649636	523606616	28,390	9,306
807	2535,27	511490	651249	525557943	28,408	9,310
808	2538,41	512758	652864	527514112	28,425	9,314
809	2541,55	514028	654481	529475129	28,443	9,318
810	2544,69	515300	656100	531441000	28,461	9,322
811	2547,83	516573	657721	533411731	28,478	9,326
812	2550,97	517848	659344	535387328	28,496	9,330
813	2554,11	519124	660969	537367797	28,513	9,333
814	2557,26	520402	662596	539353144	28,531	9,337
815	2560,40	521681	664225	541343375	28,548	9,341

Zahl $= n$	Kreis-Umfang $= n\pi$	Kreis-Inhalt $= \frac{n^2\pi}{4}$	Quadrat $= n^2$	Kubus $= n^3$	Quadrat-Wurzel $= \sqrt{n}$	Kubik-Wurzel $= \sqrt[3]{n}$
722	2268,23	409416	521284	376367048	26,870	8,971
723	2271,37	410550	522729	377933067	26,889	8,975
724	2274,51	411687	524176	379503424	26,907	8,979
725	2277,65	412825	525625	381078125	26,926	8,984
726	2280,80	413965	527076	382657176	26,944	8,988
727	2283,94	415106	528529	384240583	26,963	8,992
728	2287,08	416248	529984	385828352	26,982	8,996
729	2290,22	417393	531441	387420489	27,000	9,000
730	2293,36	418539	532900	389017000	27,019	9,004
731	2296,50	419686	534361	390617891	27,037	9,008
732	2299,65	420835	535824	392223168	27,056	9,012
733	2302,79	421986	537289	393832837	27,074	9,014
734	2305,93	423139	538756	395446904	27,092	9,021
735	2309,07	424292	540225	397065375	27,111	9,025
736	2312,21	425447	541696	398688256	27,129	9,029
737	2315,35	426604	543169	400315553	27,148	9,033
738	2318,50	427762	544644	401947272	27,166	9,037
739	2321,64	428924	546121	403583419	27,185	9,041
740	2324,78	430084	547600	405224000	27,203	9,045
741	2327,92	431247	549081	406869021	27,221	9,049
742	2331,06	432412	550564	408518488	27,240	9,053
743	2334,20	433578	552049	410172407	27,258	9,057
744	2337,34	434746	553536	411830784	27,276	9,061
745	2340,49	435916	555025	413493625	27,295	9,065
746	2343,63	437087	556516	415160936	27,313	9,069
747	2346,77	438259	558009	416832723	27,331	9,074
748	2349,91	439433	559504	418508992	27,350	9,078
749	2353,05	440609	561001	420189749	27,368	9,082
750	2356,19	441786	562500	421875000	27,386	9,086
751	2359,34	442965	564001	423564751	27,404	9,090
752	2362,48	444146	565504	425259008	27,423	9,094
753	2365,62	445328	567009	426957777	27,441	9,098
754	2368,76	446511	568516	428661064	27,459	9,102
755	2371,90	447696	570025	430368875	27,477	9,106
756	2375,04	448883	571536	432081216	27,496	9,110
757	2378,19	450072	573049	433798093	27,514	9,114
758	2381,33	451262	574564	435519512	27,532	9,118
759	2384,47	452453	576081	437245479	27,550	9,122
760	2387,61	453646	577600	438976000	27,568	9,126
761	2399,75	454841	579121	440711081	27,586	9,130
762	2393,89	456037	580644	442450728	27,604	9,134
763	2397,04	457234	582169	444194947	27,623	9,138
764	2400,18	458434	583696	445943744	27,641	9,142
765	2403,32	459635	585225	447697125	27,659	9,146
766	2406,46	460837	586756	449455096	27,677	9,150
767	2409,60	462041	588289	451217663	27,695	9,154
768	2412,74	463247	589824	452984832	27,713	9,158

Zahl $= n$	Kreis-Umfang $= n\pi$	Kreis-Inhalt $= \frac{n^2\pi}{4}$	Quadrat $= n^2$	Kubus $= n^3$	Quadrat-Wurzel $= \sqrt{n}$	Kubik-Wurzel $= \sqrt[3]{n}$
769	2415,88	464454	591361	454756609	27,731	9,162
770	2419,03	465663	592900	456533000	27,749	9,166
771	2422,17	466873	594441	458314011	27,767	9,170
772	2425,31	468085	595984	460099648	27,785	9,174
773	2428,45	469298	597529	461889917	27,803	9,178
774	2431,59	470513	599076	463684824	27,821	9,182
775	2434,73	471730	600625	465484375	27,839	9,186
776	2437,88	472948	602176	467288576	27,857	9,189
777	2441,02	474168	603729	469097433	27,875	9,193
778	2444,16	475389	605284	470910952	27,893	9,197
779	2447,30	476612	606841	472729139	27,911	9,201
780	2450,44	477836	608400	474552000	27,929	9,205
781	2453,58	479062	609961	476379541	27,946	9,209
782	2456,73	480290	611524	478211768	27,964	9,213
783	2459,87	481519	613089	480048687	27,982	9,217
784	2463,01	482750	614626	481890304	28,000	9,221
785	2466,15	483982	616225	483736625	28,018	9,225
786	2469,29	485216	617796	485587656	28,036	9,229
787	2472,43	486451	619369	487443403	28,054	9,233
788	2475,58	487688	620944	489303872	28,071	9,237
789	2478,72	488927	622521	491169069	28,089	9,240
790	2481,86	490167	624100	493039000	28,107	9,244
791	2485,00	491409	625681	494913671	28,125	9,248
792	2488,14	492652	627264	496793088	28,143	9,252
793	2491,28	493897	628849	498677257	28,160	9,256
794	2494,42	495143	630436	500566184	28,178	9,260
795	2497,57	496391	632025	502459875	28,196	9,264
796	2500,71	497641	633616	504358336	28,214	9,268
797	2503,85	498892	635209	506261573	28,231	9,272
798	2506,99	500145	636804	508169592	28,249	9,275
799	2510,13	501399	638401	510082399	28,267	9,279
800	2513,27	502655	640000	512000000	28,284	9,283
801	2516,42	503912	641601	513922401	28,302	9,287
802	2519,56	505171	643204	515849608	28,320	9,291
803	2522,70	506432	644809	517781627	28,337	9,295
804	2525,84	507694	646416	519718464	28,355	9,299
805	2528,98	508958	648025	521660125	28,373	9,303
806	2532,12	510223	649636	523606616	28,390	9,306
807	2535,27	511490	651249	525557943	28,408	9,310
808	2538,41	512758	652864	527514112	28,425	9,314
809	2541,55	514028	654481	529475129	28,443	9,318
810	2544,69	515300	656100	531441000	28,461	9,322
811	2547,83	516573	657721	533411731	28,478	9,326
812	2550,97	517848	659344	535387328	28,496	9,330
813	2554,11	519124	660969	537367797	28,513	9,333
814	2557,26	520402	662596	539353144	28,531	9,337
815	2560,40	521681	664225	541343375	28,548	9,341

Zahl = n	Kreis-Umfang = $n\pi$	Kreis-Inhalt = $\frac{n^2\pi}{4}$	Quadrat = n^2	Kubus = n^3	Quadrat-Wurzel = $\sqrt{n}$	Kubik-Wurzel = $\sqrt[3]{n}$
816	2563,54	522962	665856	543338496	28,566	9,345
817	2566,68	524245	667489	545338513	28,583	9,349
818	2569,82	525529	669124	547343432	28,601	9,352
819	2572,96	526814	670761	549353259	28,618	9,356
820	2576,11	528102	672400	551368000	28,636	9,360
821	2579,25	529391	674041	553387661	28,653	9,364
822	2582,39	530681	675684	555412248	28,671	9,368
823	2585,53	531973	677329	557441767	28,688	9,371
824	2588,67	533267	678976	559476224	28,705	9,375
825	2591,81	534562	680625	561515625	28,723	9,379
826	2594,96	535858	682276	563559976	28,740	9,383
827	2598,10	537157	683929	565609283	28,758	9,387
828	2601,24	538456	685584	567663552	28,775	9,390
829	2604,38	539758	687241	569722789	28,792	9,394
830	2607,52	541061	688900	571787000	28,810	9,398
831	2610,66	542365	690561	573856191	28,827	9,402
832	2613,81	543671	692224	575930368	28,844	9,405
833	2616,95	544979	693889	578009537	28,862	9,409
834	2620,09	546288	695556	580093704	28,879	9,413
835	2623,23	547599	697225	582182875	28,896	9,417
836	2626,37	548912	698896	584277056	28,914	9,420
837	2629,51	550226	700569	586376253	28,931	9,424
838	2632,65	551541	702244	588480472	28,948	9,428
839	2635,80	552858	703921	590589719	28,966	9,432
840	2638,94	554177	705600	592704000	28,983	9,435
841	2642,08	555497	707281	594823321	29,000	9,439
842	2645,22	556819	708964	596947688	29,017	9,443
843	2648,36	558142	710649	599077107	29,035	9,447
844	2651,51	559467	712336	601211584	29,052	9,450
845	2654,65	560794	714025	603351125	29,069	9,454
846	2657,79	562122	715716	605495736	29,086	9,458
847	2660,93	563452	717409	607645423	29,103	9,462
848	2664,07	564783	719104	609800192	29,120	9,465
849	2667,21	566116	720801	611960049	29,138	9,470
850	2670,35	567450	722500	614125000	29,155	9,473
851	2673,50	568786	724201	616295051	29,172	9,476
852	2676,64	570824	725904	618470208	29,189	9,480
853	2679,78	571463	727609	620650477	29,206	9,484
854	2682,92	572803	729316	622835864	29,223	9,488
855	2686,06	574146	731025	625026375	29,240	9,491
856	2689,20	575490	732736	627222016	29,258	9,495
857	2692,34	576835	734449	629422793	29,275	9,499
858	2695,49	578182	736164	631628712	29,292	9,502
859	2698,63	579530	737881	633839779	29,309	9,506
860	2701,77	580880	739600	636056000	29,326	9,510
861	2704,91	582232	741321	638277381	29,343	9,513
862	2708,05	583585	743044	640503928	29,360	9,517

Zahl $= n$	Kreis-Umfang $= n\pi$	Kreis-Inhalt $= \frac{n^2\pi}{4}$	Quadrat $= n^2$	Kubus $= n^3$	Quadrat-Wurzel $= \sqrt{n}$	Kubik-Wurzel $= \sqrt[3]{n}$
863	2711,19	584940	744769	642735647	29,377	9,521
864	2714,34	586297	746496	644972544	29,394	9,524
865	2717,48	587655	748225	647214625	29,411	9,528
866	2720,62	589014	749956	649461896	29,428	9,532
867	2723,76	590375	751689	651714363	29,445	9,535
868	2726,90	591738	753424	653972032	29,462	9,539
869	2730,04	593102	755161	656234909	29,479	9,543
870	2733,19	594468	756900	658503000	29,496	9,546
871	2736,33	595835	758641	660776311	29,513	9,550
872	2739,47	597204	760384	663054848	29,530	9,554
873	2742,61	598575	762129	665338617	29,547	9,557
874	2745,75	599947	763876	667627624	29,564	9,561
875	2748,89	601320	765625	669921875	29,580	9,565
876	2752,04	602696	767376	672221376	29,597	9,568
877	2755,18	604073	769129	674526133	29,614	9,572
878	2758,32	605451	770884	676836152	29,631	9,576
879	2761,46	606831	772641	679151439	29,648	9,579
880	2764,60	608212	774400	681472000	29,665	9,583
881	2767,74	609595	776161	683797841	29,682	9,587
882	2770,88	610980	777924	686128968	29,699	9,590
883	2774,03	612366	779689	688465387	29,715	9,594
884	2777,17	613754	781456	690807104	29,732	9,597
885	2780,31	615143	783225	693154125	29,749	9,601
886	2783,45	616534	784996	695506456	29,766	9,605
887	2786,59	617927	786769	697864103	29,783	9,608
888	2789,73	619321	788544	700227072	29,799	9,612
889	2792,88	620717	790321	702595369	29,816	9,615
890	2796,02	622114	792100	704969000	29,833	9,619
891	2799,16	623513	793881	707347971	29,850	9,623
892	2802,30	624913	795664	709732288	29,866	9,626
893	2805,44	626315	797449	712121957	29,883	9,630
894	2808,58	627718	799236	714516984	29,900	9,633
895	2811,73	629124	801025	716917375	29,917	9,637
896	2814,87	630530	802816	719323136	29,933	9,641
897	2818,01	631938	804609	721734273	29,950	9,644
898	2821,15	633348	806404	724150792	29,967	9,648
899	2824,29	634760	808201	726572699	29,983	9,651
900	2827,43	636173	810000	729000000	30,000	9,655
901	2830,58	637587	811801	731432701	30,017	9,659
902	2833,72	639003	813604	733870808	30,033	9,662
903	2836,86	640421	815409	736314327	30,050	9,666
904	2840,00	641840	817216	738763264	30,067	9,669
905	2843,14	643261	819025	741217625	30,083	9,673
906	2846,28	644683	820836	743677416	30,100	9,676
907	2849,42	646103	822649	746142643	30,116	9,680
908	2852,57	647537	824464	748613312	30,133	9,683
909	2855,71	648960	826281	751089429	30,150	9,687

Zahl $= n$	Kreis-Umfang $= n\pi$	Kreis-Inhalt $= \frac{n^2\pi}{4}$	Quadrat $= n^2$	Kubus $= n^3$	Quadrat-Wurzel $= \sqrt{n}$	Kubik-Wurzel $= \sqrt[3]{n}$
910	2858,85	650388	828100	753571000	30,166	9,691
911	2861,99	651818	829921	756058031	30,183	9,694
912	2865,13	653250	831744	758550528	30,199	9,698
913	2868,27	654684	833569	761048497	30,216	9,701
914	2871,42	656118	835396	763551944	30,232	9,703
915	2874,56	657555	837225	766060875	30,249	9,708
916	2877,70	658993	839056	768575296	30,266	9,712
917	2880,84	660433	840889	771095213	30,282	9,715
918	2883,98	661874	842724	773620632	30,299	9,719
919	2887,12	663317	844561	776151559	30,315	9,722
920	2890,27	664761	846400	778688000	30,332	9,726
921	2893,41	666207	848241	781229961	30,348	9,729
922	2896,55	667654	850084	783777448	30,365	9,733
923	2899,69	669103	851929	786330467	30,381	9,736
924	2902,83	670554	853776	788889024	30,397	9,740
925	2905,97	672006	855625	791453125	30,413	9,744
926	2909,11	673460	857476	794022776	30,430	9,747
927	2912,26	674915	859329	796597983	30,447	9,751
928	2915,40	676372	861184	799178752	30,463	9,754
929	2918,54	677831	863041	801765089	30,480	9,758
930	2921,68	679291	864900	804357000	30,496	9,761
931	2924,82	680753	866761	806954491	30,512	9,765
932	2927,96	682216	868624	809557568	30,529	9,768
933	2931,11	683680	870489	812166237	30,545	9,772
934	2934,25	685147	872356	814780504	30,561	9,775
935	2937,39	686615	874225	817400375	30,578	9,779
936	2940,53	688084	876096	820025856	30,594	9,782
937	2943,67	689555	877969	822656953	30,611	9,785
938	2946,81	691028	879844	825293672	30,627	9,790
939	2949,96	692502	881721	827936019	30,643	9,792
940	2953,10	693978	883600	830584000	30,659	9,796
941	2956,24	695455	885481	833237621	30,676	9,799
942	2959,38	696943	887364	835896888	30,692	9,803
943	2962,52	698415	889249	838561807	30,708	9,806
944	2965,66	699897	891146	841232384	30,725	9,810
945	2968,81	701380	893025	843908625	30,741	9,813
946	2971,95	702865	894916	846590536	30,757	9,817
947	2975,09	704352	896809	849278123	30,773	9,820
948	2978,23	705840	898704	851971392	30,790	9,824
949	2981,37	707330	900601	854670349	30,806	9,827
950	2984,51	708821	902500	857375000	30,822	9,831
951	2987,65	710315	904401	860085351	30,838	9,834
952	2990,80	711810	906304	862801408	30,855	9,837
953	2993,94	713307	908209	865523177	30,871	9,841
954	2997,08	714803	910116	868250664	30,887	9,844
955	3000,22	716303	912025	870983875	30,903	9,848
956	3003,36	717804	913936	873722816	30,919	9,851

Zahl $= n$	Kreis-Umfang $= n\pi$	Kreis-Inhalt $= \frac{n^2\pi}{4}$	Quadrat $= n^2$	Kubus $= n^3$	Quadrat-Wurzel $= \sqrt{n}$	Kubik-Wurzel $= \sqrt[3]{n}$
957	3006,50	719306	915849	876467493	30,935	9,855
958	3009,65	720810	917764	879217912	30,952	9,858
959	3012,79	722316	919681	881974079	30,968	9,861
960	3015,93	723823	921600	884736000	30,984	9,865
961	3019,07	725332	923521	887503681	31,000	9,868
962	3022,21	726842	925444	890277128	31,016	9,872
963	3025,35	728354	927369	893056347	31,032	9,875
964	3028,50	729867	929296	895841344	31,048	9,878
965	3031,64	731382	931225	898632125	31,064	9,882
966	3034,78	732899	933156	901428696	31,081	9,885
967	3037,92	734417	935089	904231063	31,097	9,889
968	3041,06	735937	937024	907039232	31,113	9,892
969	3044,20	737458	938961	909853209	31,129	9,896
970	3047,34	738981	940900	912673000	31,145	9,899
971	3050,49	740506	942841	915498611	31,161	9,902
972	3053,63	742032	944784	918330048	31,177	9,906
973	3056,77	743559	946729	921167317	31,193	9,909
974	3059,91	745088	948676	924010424	31,209	9,913
975	3063,05	746619	950625	926859375	31,225	9,916
976	3066,19	748151	952576	929714176	31,241	9,919
977	3069,34	749685	954529	932574833	31,257	9,923
978	3072,48	751222	956484	935441352	31,273	9,926
979	3075,62	752758	958441	938313739	31,289	9,930
980	3078,76	754296	960400	941192000	31,305	9,933
981	3081,90	755837	962361	944076141	31,321	9,936
982	3085,04	757378	964324	946966168	31,337	9,940
983	3088,19	758922	966289	949862087	31,353	9,943
984	3091,33	760466	968256	952763904	31,369	9,946
985	3094,47	762013	970225	955671625	31,385	9,950
986	3097,61	763561	972196	958585256	31,401	9,953
987	3100,75	765111	974169	961504803	31,417	9,957
988	3103,89	766662	976144	964430272	31,433	9,960
989	3107,04	768214	978121	967361669	31,448	9,963
990	3110,18	769769	980100	970299000	31,464	9,967
991	3113,32	771325	982081	973242271	31,480	9,970
992	3116,46	772882	984064	976191488	31,496	9,973
993	3119,60	774441	986049	979146657	31,512	9,977
994	3122,74	776002	988036	982107784	31,528	9,980
995	3125,88	777564	990025	985074875	31,544	9,983
996	3129,03	779128	992016	988047936	31,560	9,987
997	3132,17	780693	994009	991026973	31,575	9,990
998	3135,31	782260	996004	994011992	31,591	9,993
999	3138,45	783828	998001	997002999	31,607	9,997
1000	3141,59	785398	1000000	1000000000	31,623	10,000

Hänge- und Sprengwerke.

Da wir die Form der Hänge- und Sprengwerke, sowie die bei denselben angewandten Verbindungsarten der Hölzer, als bekannt voraussetzen, so soll hier hauptsächlich nur von den Dimensionen, der einzelnen Teile dieser Konstruktionen die Rede sein.

Bei der so sehr verschiedenen Belastung, Strebenneigung und Spannweite der Hänge- und Sprengwerke würde eine Aufstellung von nur einigermafsen ausreichenden Tabellen so umfangreich werden, dafs wir hierauf verzichten müssen, doch soll durch die Berechnung verschiedener Beispiele das Verfahren hierbei erläutert, und zugleich Anhaltspunkte für ähnliche Fälle geschaffen werden.

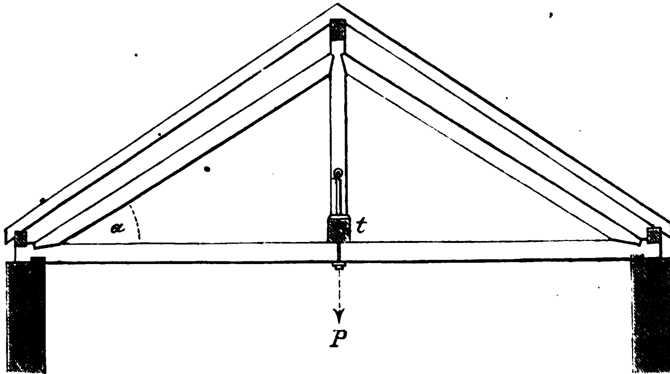


Fig. 63.

Betrachten wir das in Fig. 63 dargestellte einfache Hängewerk, so finden wir, dafs die am unteren Ende der Hängesäule senkrecht wirkende Last P sich zusammensetzt aus dem Gewichte des Trägers t und einem Teile des Gewichtes der Balkenlage mit der zufälligen Belastung. Der Druck eines an beiden Enden und in der Mitte unterstützten Balkens verteilt sich aber derartig, dafs die beiden Endstützpunkte je $^3/_{16}$, der mittlere Stützpunkt aber $^5/_8$ des Gesamtdruckes zu erleiden haben.

Da nun aber mehrere solcher Hängewerke vorhanden sind, oder die Träger am Ende durch die Mauer gestützt werden, so hat jede Hängesäule nicht $^5/_8$ der g a n z e n Balkenlage zu tragen, sondern nur $^5/_8$ d e s T e i l e s derselben, welcher zwischen zwei Linien liegt, welche die M i t t e zwischen zwei Bindern bezeichnen; bei gleichmäfsiger Binderverteilung also $^5/_8$ der z w i s c h e n zwei Bindern liegenden Balkendecke.

Dieser Last hat die Hängesäule also mit absoluter Festigkeit zu widerstehen. Hierzu kommt noch das Eigengewicht der Hängesäule, welches man aber, falls man 10fache Sicherheit berechnet, als zu geringfügig aufser Betracht lassen kann.

Die Streben haben aufser dieser Last noch die der Firstpfette und die halbe Last eines Dachteiles von gleicher Länge, wie der von der Hängesäule zu tragende Teil der Balkenlage, zu tragen, welche die rückwirkende Festigkeit, resp. die Festigkeit der Streben gegen das Zerknicken in Anspruch nimmt.

Bei der Berechnung der Hängesäule ist deshalb nur die Gröfse des Querschnittes zu ermitteln und zwar an der schwächsten und zugleich am meisten in Anspruch genommenen Stelle, nämlich da, wo die Versatzungen der Streben in die Hängesäule greifen.

Bei der Berechnung der Streben, welche auf Druck in der Richtung der Längsfasern in Anspruch genommen werden, kommt nicht nur die Gröfse, sondern auch die Form des Querschnittes in Betracht.

Sollen die Streben der Gefahr des Ausbiegens oder Zerknickens nach allen Richtungen hin gleichen Widerstand leisten, so ist für (hölzerne) Streben, welche nicht noch etwa in ihrer Mitte durch Pfetten belastet sind, der quadratische Querschnitt der zweckmäfsigste und es ist mit Hülfe der Tabelle über Säulenfestigkeit die Quadratseite zu berechnen. Für solche Streben, welche aufser den Hängesäulen noch Mittelpfetten zu tragen haben, ist auch die Berechnung der relativen Festigkeit aufzustellen und von den durch beide Berechnungen gefundenen Querschnitten der gröfsere zu wählen. In diesem Falle ist ein rechteckiger Querschnitt dem quadratischen vorzuziehen.

Die Formel zur Bestimmung des Druckes Q, welchem die Strebe mit ihrer rückwirkenden Festigkeit oder mit ihrer Festigkeit gegen das Zerknicken Widerstand zu leisten hat, ist $Q = \frac{P}{2 \sin a}$, wobei P die Gesamtlast ist, welche lotrecht auf die Hängesäule wirkt, und a der Winkel, welchen die Strebe mit der Horizontalen bildet.

Da der Sinus eines spitzen Winkels eine Bruchzahl ist, welche um so kleineren Wert hat, je spitzer der Winkel ist, so folgt hieraus, dafs der Druck auf die Streben um so gröfser wird, je spitzer der Winkel ist, welchen sie mit der Horizontalebene bilden.

Könnte man Streben lotrecht stellen, so würde jede gerade die halbe Last P zu tragen haben, da der Sinus eines rechten Winkels gleich 1 ist, und $\frac{P}{2 \cdot 1} = \frac{P}{2}$ ist, dahingegen würde der Druck unendlich sein, wenn es gedacht werden könnte, dafs die Streben

horizontal liegen, sie würden eben nicht im Stande sein, irgend eine belastete Hängesäule zu tragen.

Es ist hiernach klar, dafs flacher liegende Streben stärker sein müssen, als steilere.

Bei einem doppelten Hängewerk, resp. Sprengwerk ist der Druck auf den Spannriegel in der Richtung seiner Längenfasern $D = \frac{P}{2 \operatorname{tang} \alpha}$, wobei P wieder die gesamte, auf beide Hängesäulen wirkende Last und α den Winkel bezeichnet, welchen die Streben mit der Horizontalebene bilden.

Beispiele
der Berechnung der Streben- und Hängesäulenstärken einfacher und doppelter Hängewerke.

I. Gegeben ein Ziegeldach, welches $^1/_4$ der Breite zur Höhe hat, dasselbe hat nur First- und Fufspfette. Die Firstpfette und die 8 m frei tragende Balkenlage wird durch einfache Hängewerke getragen, deren Streben einen Winkel von 21° zur Horizontalebene bilden. Das Gewicht der Balkenlage mit mobiler Belastung ist zu 640 kg pro Quadratmeter incl. Träger berechnet. Die Binder stehen in Entfernungen von 4 m von Mitte zu Mitte. Wie stark sind die Streben und die Hängesäulen zu machen?

Auflösung: Die Hängesäule hat dem Gewichte des von ihr zu tragenden Teiles der Balkenlage mit absoluter Festigkeit zu widerstehen. Da die Hängewerke 4 m voneinander entfernt sind (von Mitte zu Mitte) und die Balken 8 m frei liegen, so sind 4 m × 8 m = 32 qm Balkenlage à 640 kg, also 20480 kg von der Hängesäule und den Mauern zu tragen. Hiervon kommen $^5/_8$ auf die Hängesäule, also 12800 kg.*

Nehmen wir an, dafs die Hängesäule aus Tannenholz besteht, so finden wir in der Tabelle der absoluten Festigkeit, dafs ein derartiges Holz von 1 qcm Querschnitt mit Sicherheit 100 kg auf die Dauer tragen kann.

Wir haben daher die Last von 12800 kg mit 100 zu dividieren, um den Inhalt der Querschnittsfläche der Hängesäule zu erhalten; $\frac{12800}{100}$ gibt 128 qcm.

---

* Natürlich wird auch dieser Teil der Last durch die Streben auf die Mauern übertragen.

Es ist ferner der über den Streben befindliche Kopf der Hängesäule durch die Last der Pfette und des Daches auf rückwirkende Festigkeit in Anspruch genommen. Die Sparrenlänge beträgt 5 m, der Teil des Daches, welcher für eine Hängesäule in Betracht kommt, ist 4 m lang, der Flächeninhalt dieses Dachteiles beträgt also $2 \cdot 5 \text{ m} \cdot 4 \text{ m} = 40$ qm. Rechnet man das Gewicht des Quadratmeters Dachfläche incl. Firstpfette zu 200 kg, so ist das Gewicht dieses Dachteiles $40 \times 200 = 8000$ kg, wovon die Hängesäule die Hälfte, also 4000 kg, zu tragen hat. Die Druckfestigkeit (rückwirkende) des Tannenholzes beträgt aber 75 kg pro Quadratcentimeter, folglich mufs der Kopf der Hängesäule $\frac{4000}{75} = 53\frac{1}{3}$ qcm Querschnitt haben. Da die Last der Balkenlage aber 128 cm erfordert, so mufs dieser Querschnitt mafsgebend sein.

Dieser Querschnitt mufs aber an der schwächsten Stelle — da, wo die Streben in die Hängesäule fassen — vorhanden sein. Ehe wir deshalb die Querschnittsform der Hängesäule bestimmen, müssen wir die Stärke der Streben berechnen, da die Hängesäule nicht schmäler sein darf als diese.

Die Last P, welche die Streben aufnehmen müssen, besteht aus der Last der Balkenlage von 12800 kg und der Dachlast von 4000 kg, also aus 16800 kg. Hierzu käme noch die Last der Hängesäule mit Träger, welche wir zu rund 200 kg annehmen wollen. Es ist also die Gesamtlast $P = 17000$ kg.

Die Formel zur Berechnung des Druckes, welcher die rückwirkende, resp. Zerknickungsfestigkeit der Strebe in Anspruch nimmt, ist $Q = \frac{P}{2 \sin \alpha}$, also in diesem Falle, da $\sin 21° = 0{,}358$ ist, ist

$$Q = \frac{17000}{2 \cdot 0{,}358} = 23687 \text{ kg}.$$

Für diesen Druck hätten wir nach der Formel für die Berechnung der Säulenfestigkeit den Querschnitt zu berechnen.

Nehmen wir an, dafs dieser quadratrisch sei und bezeichnen ihn mit h^2, so ist, da wir die Strebe, als an beiden Enden drehbar beweglich annehmen müssen, der Fall II in Betracht zu ziehen.

Für den Fall I lautet die Formel:

$$23687 = 2500 \cdot \frac{h^4}{l^2}.$$

Für den Fall II aber:

$$\frac{23687}{4} = 2500 \frac{h^4}{l^2}.$$

Die Länge der Strebe ist $l = 450$ cm, also heifst die Formel jetzt:

$$\frac{23687}{4} = \frac{2500 h^4}{450^2},$$

hieraus folgt, dass $h^4 = \frac{23687}{4} \times \frac{450^2}{2500}$ und nach Ausführung der Multiplikation: $h^4 = 479662$

$$h = \sqrt[4]{479662} = 26{,}3 \text{ cm}.$$

Die Streben müfsten also 26,3 cm im Quadrat stark sein.

Da nun der geringste Querschnitt der Hängesäule 128 qcm beträgt, die Hängesäule aber in der Richtung der Dachfirst ebenso

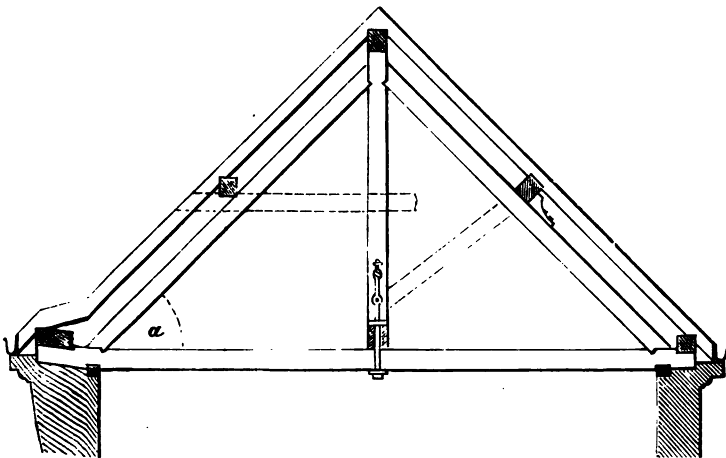


Fig. 64.

breit sein mufs als die Streben, so wäre die Dicke der Hängesäule zwischen den beiden Versatzungen $= \frac{128}{26{,}3} =$ ca. 5 cm, und da noch etwas Verschwächung durch den Zapfen bewirkt wird und mit Rücksicht auf die Breite der Firstpfette, rund 10 cm zu machen.

Beträgt die Tiefe der Versatzungen auf jeder Seite $4\frac{1}{2}$ cm, so würde die Hängesäule also $2 \cdot 4\frac{1}{2} + 10 = 19$ cm breit und 26,3 cm dick sein.

II. Ein Kronziegeldach, welches die halbe Breite zur Höhe hat und aufser First- und Fufspfette auf jeder Seite eine Mittelpfette hat (Fig. 64), soll als Binder einfache Hängewerke kaben, welche 3,5 m voneinander entfernt sind (von Mitte zu Mitte). Freie Balkenlänge 10 m, Sparrenlänge 7,6 m, Strebenwinkel 45°. Gewicht der Balkenlage mit Träger und mobiler Belastung 500 kg pro Quadratmeter. Gewicht eines Quadratmeters Dachfläche incl. Pfetten = 240 kg. (Es ist bei allen Hänge- und Sprengwerken sehr darauf zu achten, dafs die Strebenfüfse nicht auf dem frei liegenden Balken, sondern auf dem von der Mauer unterstützten Teile desselben stehen.)

Auflösung: Die Last, welche die Hängesäule auf Zug in Anspruch nimmt, beträgt $^5/_8 \times 3{,}5 \cdot 10 \cdot 500$ kg $= 10937\,^1/_2$ kg. Der Querschnitt derselben an der schwächsten Stelle ist also gleich

$$\frac{10937\,^1/_2}{100^*} = \text{rot } 110 \text{ qcm.}$$

Die Last, welche durch die Firstpfette auf den Kopf der Hängesäule wirkt, ist gleich $^3/_8$ der Last einer Dachseite von 3,5 m Länge (siehe die Tabellen der Firstpfetten), also $^3/_8 \cdot 3{,}5 \cdot 7{,}6 \cdot 240$ kg $= 2394$ kg.

Es ist also die Gesamtbelastung der Hängesäule $= 10937\,^1/_2$ kg $+ 2394$ kg $+$ dem Gewicht der Hängesäule, welches wir der Abrundung wegen zu $168\,^1/_2$ kg annehmen wollen, in Summa 13500 kg.

Nach der Formel $Q = \dfrac{P}{2 \sin \cdot a}$ ist der Druck, welchen jede Strebe in der Längenrichtung zu erleiden hat, da der Sinus des Strebenwinkels von

$$45° = 0{,}707 \,.. \text{ ist } = \frac{13500 \text{ kg}}{2 \cdot 0{,}707} = 9547 \text{ kg.}$$

Es ist nach Fall II die Säulenfestigkeitsformel, welche hier in Betracht kommt:

$$\frac{9547}{4} = \frac{2500 h^4}{720^2},$$

da die Strebenlänge 720 cm beträgt, also

$$h^4 = \frac{720^2}{2500} \cdot \frac{9547}{4} = 494916{,}48$$

$$h = \sqrt[4]{494916{,}48} = 26{,}5 \text{ cm.}$$

---

* Statt zu 100 wird der Festigkeitskoefficient häufig zu 80 angenommen.

Die Streben müfsten also bei quadratischem Querschnitt 26,5 cm Stärke haben, um die Hängesäule mit ihrer Belastung tragen zu können.

Diese Streben sind aber in ihrer Mitte noch durch eine Pfette belastet, welche $^5/_8$ der Last einer Dachseite aufnimmt.

Diese Last beträgt $^5/_8 \times 3{,}5 \times 7{,}6 \times 240$ kg. $= 3990$ kg.

Der Druck, mit welchem diese Last aber die relative Festigkeit der Strebe beansprucht, ist dadurch zu ermitteln, dafs man die Last mit dem Cosinus des Winkels multipliziert, welchen die Strebe mit der Horizontalen bildet (siehe Berechnung der Sparrenstärke), also

$$P = 3990 \times \cos 45^\circ = 3990 \times 0{,}707\ldots = 2820 \text{ kg.}$$

Untersuchen wir zunächst, ob die vorhin berechnete Strebenstärke für die Belastung ausreicht.

Da die Last in der Mitte wirkt, so gilt hier die Formel:

$$P = 4k \cdot \frac{bh^2}{6l},$$

also nach Einsetzung der Werte

$$P = 4 \cdot 80 \cdot \frac{26{,}5 \cdot (26{,}5)^2}{6 \cdot 720} = 1378 \text{ kg},$$

wonach die Strebe also nur 1378 kg Druck normal zu ihrer Längenrichtung oder $\frac{1378 \text{ kg}}{0{,}707}$ wirkliche Belastung in der Mitte erhalten dürfte. Sie mufs also stärker gemacht werden.

Nehmen wir an, dafs sich ihre Breite b zu ihrer Höhe h verhalten soll, wie 3 : 4, so haben wir die Formel:

$$P = 4k \cdot \frac{^3/_4 h^3}{6l} \text{ und}$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{2Pl}{k}} = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 2820 \cdot 720}{80}} = \sqrt[3]{50760} = 37 \text{ cm},$$

und da $b = {}^3/_4 h$ ist, so ist die Breite der Strebe $= {}^3/_4 \cdot 37$ cm $=$ ca. 28 cm.

Hiernach müfste die Hängesäule ebenfalls in der Richtung der Dachfirst eine Stärke von 28 cm erhalten, wodurch ihre Stärke zwischen den Versatzungen der Streben $= \frac{110}{28} =$ rot 4 cm, die ganze Breite aber, wenn man die Tiefe der Versatzungen zu 5 m auf jeder Seite annimmt $= 4 + 2 \cdot 5 = 14$ cm werden würde, welcher

Breite man aber wegen der Verschwächung durch die Zapfenlöcher noch mindestens 4 cm zugeben müſste.

In der Praxis wird man aber nicht leicht die Streben in dem Punkte, wo die Pfette liegt, ohne weitere Unterstützung lassen, sondern wie in Fig. 64 durch punktierte Linien angedeutet ist, diese entweder durch horizontale Zangen oder durch Gegenstreben gegen das Durchbiegen schützen. Im ersten Falle würde der untere Teil der Streben zusammen mit den Zangen als ein doppeltes Sprengwerk wirken, im zweiten Falle wird der untere Teil der Strebe mit der Gegenstrebe wieder ein einfaches Sprengwerk bilden, dessen halbe Belastung wieder der mittleren Hängesäule aufgebürdet wird.

Im ersteren Falle würde zu untersuchen sein, um wieviel der untere Teil der Strebe verstärkt werden müſste, um auſser der Last der mittleren Hängesäule incl. deren Belastung auch noch der durch die Mittelpfette ihr aufgebürdeten Last mit rückwirkender Festigkeit widerstehen zu können.

Es beträgt die lotrechte Last der Hängesäule (siehe oben) 13500 kg, die Last der beiden Mittelpfetten 2 · 3990 kg, also die Gesamtlast, welche auf die beiden Streben wirkt, 21480 kg. Hieraus ergibt sich der Druck, welcher die untere Hälfte der Streben auf rückwirkende Festigkeit in Anspruch nimmt, für jede

$$= \frac{21480 \text{ kg}}{2 \sin \alpha} \text{ oder } \frac{21480 \text{ kg}}{2 \cdot 0{,}707} = 15190 \text{ kg}.$$

Da eine hölzerne Strebe (Fall II) von quadratischem oder rechteckigem Querschnitt nur dann auf Zerknickungsfestigkeit zu berechnen ist, wenn die kleinste Querschnittsdimension mehr als 15,78 mal in der Länge der Strebe enthalten ist, im vorliegenden Falle aber die Seite des quadratischen Querschnittes = 26,5 cm, die hier in Betracht kommende halbe Strebenlänge aber 360 cm, also nicht ganz das 14 fache der Querschnittsseite miſst, so kommt in diesem Falle nicht die Zerknickungsfestigkeit, sondern nur die Druckfestigkeit in Betracht, welche für Tannenholz 75 kg pro Quadratcentimeter beträgt.

Die untere Strebenhälfte müſste also $\frac{15190}{75}$ = ca. 203 qcm Querschnitt haben. Sie hat aber nach der ersten Berechnung bereits 26,5 cm × 26,5 cm = 702,25 qcm Querschnitt, also mehr als ausreichende Stärke.

Da diese Berechnung für andere Dächer auch mit anderen Neigungswinkeln ähnliche Resultate ergeben wird, so läſst sich hier die Regel aufstellen, daſs man die Streben der Hängewerke, welche Balkenlage, First- und Mittelpfetten tragen, nur so stark zu machen braucht, als es die Belastung durch die Hängesäule erfordert, wenn

unter den Mittelpfetten durchgehende Zangen die Streben untereinander verbinden.

Es wird auch selbst dann, wenn man die Zerknickungsfestigkeit des unteren Teiles berechnet, für diesen eine geringere Stärke herauskommen, als die Strebe wegen ihrer Belastung am oberen Ende erhalten mufs (im vorliegenden Falle 21,2/21,2 cm). Es bleibt nun noch übrig, die Stärke der Zangen, welche in diesem Falle als Spannriegel wirken, zu ermitteln. Der Druck, welchen die Zangen in der Richtung ihrer Längenfasern zu erleiden haben, ist $D = \frac{P}{2 \operatorname{tang} \alpha}$, worin P die durch die beiden Mittelpfetten auf die beiden Streben übertragene Gesamtlast und α der Winkel ist, welchen die Streben mit der Horizontalen bilden.

P ist in diesem Falle $= 2 \cdot 3990$ kg $= 7980$ kg, also

$$\frac{P}{2 \operatorname{tang} \alpha} = \frac{7980}{2 \cdot 1} = 3990 \text{ kg, da } \operatorname{tang} 45^\circ = 1 \text{ ist.}$$

Die Länge der Zangen zwischen den Streben ist ca. 5 m, und da die Zangen in der Mitte mit der Hängesäule verbolzt sind, so kommt für das Zerknicken nur die Hälfte, also 2,5 m in Betracht. Da die Zangen aus zwei Hölzern bestehen, so hat jedes die Hälfte des Druckes, mithin $\frac{3990}{2} = 1995$ kg zu erleiden.

Nehmen wir an, dafs jede Zange ein Halbholz ist, welches doppelt so hoch wie breit ist, so würde die Formel, in welcher $\frac{h}{2}$ die kleinere Dimension der Zange ist, heifsen:

$$\frac{D}{4} = 2500 \cdot \frac{\frac{h}{2} \cdot h^3}{l^2} \quad \text{oder} = 2500 \cdot \frac{h^4}{2\, l^2},$$

oder nach Einsetzung der bekannten Werte

$$\frac{1995}{4} = 2500 \cdot \frac{h^4}{2 \cdot 250^2},$$

woraus folgt, dafs $h^4 = 24937{,}5$ und $h = \sqrt[4]{24937{,}5} =$ rot 12,5 cm ist. Jede Zange mufs also 6,25 cm breit und 12,5 cm hoch sein. Wegen der nötigen Überschneidung wäre sie aber mindestens 9 cm breit zu machen.

In anderer Weise wird sich die Last der Mittelpfetten verteilen, wenn die Hauptstreben in dem belasteten Punkte durch von der Hängesäule oder dem Balken ausgehende Gegenstreben gestützt werden.

Zwar würde hier, wie auch im vorhin besprochenen Falle, ein Teil der Pfettenlast schon durch die relative Festigkeit der Haupt-

streben aufgenommen werden, der hier allerdings der Entlastung der Hängesäule zu gute kommt, im ersteren Falle aber keine schwächeren Streben zulässig machen würde, weil ihre Stärke durch die Last der Hängesäule bedingt ist.

Nach der vorher angestellten Untersuchung ist der Druck, welchem die Strebe mit relativer Festigkeit widerstehen kann = 1378 kg, welcher einer lotrecht wirkenden Last von $\frac{1378}{\cos 45^\circ} = \frac{1378}{0{,}707} = 1949$ kg entspricht.

Die Belastung einer Mittelpfette betrug aber 3990 kg, hiervon obige 1949 kg subtrahiert, bleibt für jede Pfette 2041 kg, welche sich durch den unteren Teil der Hauptstrebe auf das Balkenende resp. die Mauer und durch die Gegenstrebe auf die Hängesäule verteilen. Da die Hängesäule aber diesen Teil des Druckes von beiden Mittelpfetten erhält, so ist der Gesamtdruck der Mittelpfetten auf die Hängesäule $= 2 \cdot \frac{2041}{2} = 2041$ kg. Hierzu käme noch das Eigengewicht aus beiden Gegenstreben, das wir zu 59 kg veranschlagen wollen, so dafs die Hängesäule nun um 2100 kg mehr zu tragen hat, als ursprünglich. Es mufs deshalb der Querschnitt derselben um $\frac{2100}{100} = 21$ qcm vergröfsert werden.

Die gesamte lotrechte Last, welche die Hauptstreben am oberen Ende zu tragen haben, ist nun also

$$2100 \text{ kg} + 13500 \text{ kg} = 15600 \text{ kg}.$$

Der Druck auf die Streben in ihrer Längenrichtung ist demnach

$$Q = \frac{P}{2 \sin a} = \frac{15600}{2 \cdot 0{,}707} = 11032 \text{ kg}$$

und nach der Formel der Säulenfestigkeit (gegen Zerknickung) für den Fall II

$$\frac{Q}{4} = 2500 \frac{h^4}{l^2},$$

nach Einsetzung der Werte

$$\frac{11032}{4} = 2500 \frac{h^4}{720^2},$$

woraus folgt, dafs

$$h^4 = \frac{11032}{4} \times \frac{720^2}{2500} = 571898{,}88$$

$$h = \sqrt[4]{571898{,}88} = \text{rot } 27{,}5 \text{ cm}.$$

Es müssen also die Streben 27,5 cm im Quadrat stark sein, wodurch sie freilich wieder einem gröſseren Teil der Pfettenlast mit relativer Festigkeit widerstehen könnten.

Die Hängesäule, welche nach der ersten Berechnung an der schwächsten Stelle einen Querschnitt von 110 qcm beanspruchte, erfordert jetzt:

$$110 + 21 = 131 \text{ qcm Querschnitt.}$$

Die Breite derselben in der Firstrichtung ist gleich der Strebenbreite, also 27,5 cm, folglich die Breite zwischen den Versatzungen $\frac{131}{27{,}5}$ = rot 5 cm, welche wegen der Zapfenlöcher auf 10 cm zu verstärken ist. Hierzu kommt die Tiefe der Versatzungen mit 2×5 cm, wodurch sich eine Gesamtbreite von 20 cm und eine Dicke von 27,5 cm ergibt.

Nach Obigem ist es einleuchtend, daſs die Unterstützung der Streben durch Zangen zweckmäſsiger ist, als die durch Gegenstreben, weil die Hauptstreben und die Hängesäule im ersten Falle schwächer sein können.

III. In Fig. 65 ist ein Dach, welches mit Sollinger Platten II. Qualität gedeckt ist und $^1/_4$ der Breite zur Höhe hat, gegeben. Dasselbe wird alle 4 m durch ein doppeltes Hängewerk unterstützt, an welchem auch die Balkenlage aufgehängt ist.

Die Balkenlage liegt 10 m frei und es liegen die Träger 4 m von Mitte zu Mitte voneinander entfernt. Gewicht der Balkenlage incl. Träger und mobiler Last 400 kg pro Quadratmeter. Sparrenlänge 6 m. Dachgewicht pro Quadratmeter 240 kg incl. Pfetten. Kehlbalkenlänge 4,5 m, Gewicht derselben pro Quadratmeter 80 kg. Neigungswinkel der Streben 41°; Strebenlänge 4 m. Es soll die Stärke der Streben, der Hängesäulen und des Spannriegels ermittelt werden.

Auflösung: Die Verteilung der Dachlast auf die Stützpunkte ist derartig, daſs die beiden Mauerpfetten jede etwa $^1/_{12}$, die beiden Mittelpfetten aber jede $^5/_{12}$ derselben zu tragen haben.

Die Last, welche durch die Mittelpfetten auf die Hängesäulen übertragen wird, beträgt demnach für jede Hängesäule

$$^5/_{12} \times 6 \times 4 \times 240 \text{ kg} = 2400 \text{ kg.}$$

Von der Last der Kehlbalkenlage erhält jede Hängesäule die Hälfte, also:

$$^1/_2 \times 4{,}5 \cdot 4{,}0 \cdot 80 \text{ kg} = 720 \text{ kg.}$$

Von der Last der Balkenlage erhält jede Hängesäule $^{847}/_{2160}$, rechnen wir $^{17}/_{43}$, was annähernd richtig ist, also

$$^{17}/_{43} \times 10 \times 4 \times 400 \text{ kg} = 6325 \text{ kg}.$$

Die Gesamtlast, welche die beiden Streben aufzunehmen haben, ist hiernach:

$$2 \times (2400 + 720 + 6325) \text{ kg} = 18890 \text{ kg}.$$

Der Druck, welchen diese Last auf jede Strebe in der Richtung ihrer Längenfasern hervorbringt, ist:

$$Q = \frac{18890}{2 \sin 41^\circ} = \frac{18890}{2 \cdot 0{,}656} = 14398 \text{ kg}.$$

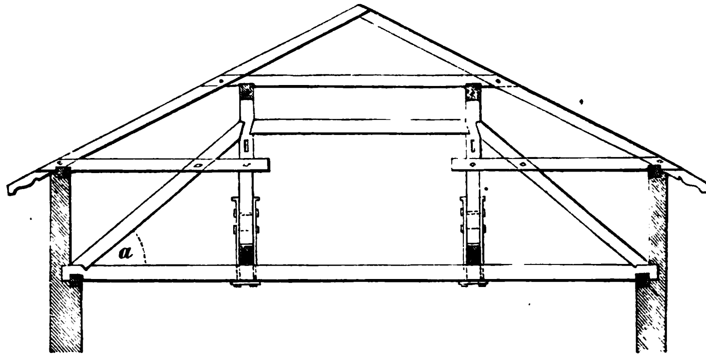


Fig. 65.

Daraus ermittelt sich der Querschnitt der Strebe durch die Formel:

$$\frac{14398}{4} = 2500 \frac{h^4}{l^2} = 2500 \frac{h^4}{400^2}$$

$$h^4 = \frac{14398}{4} \times \frac{400^2}{2500}$$

$$h = \sqrt[4]{2303680} = 38{,}9 \text{ oder rot } 39 \text{ cm}.$$

Vergleicht man die Querschnittsseite h der Strebe mit deren Länge (4 m), so wird man bemerken, dafs erstere nur reichlich 10 mal in letzterer enthalten ist.

Wenn die Länge der Strebe aber nicht mehr als 15,78 mal h ist, so kommt die Festigkeit gegen Zerknicken nicht in Betracht, sondern nur die rückwirkende Festigkeit.

Die Strebe würde also einfach auf Druck in der Längenrichtung zu berechnen sein, wenn ihre geringste Querschnittsdimension mindestens $\frac{400}{15,85}$ cm = rot 25,4 cm beträgt.

Da der Koefficient für Druckfestigkeit des Tannenholzes 75 kg pro Quadratcentimeter beträgt, so mufs der Querschnitt der Strebe aber $\frac{14398}{75}$ qcm = rot 192 qcm Flächeninhalt haben.

Nehmen wir nun die geringste Querschnittsdimension von 25,4 cm, bei welcher die Strebe noch einfach auf rückwirkende Festigkeit berechnet werden kann, als Seite des quadratischen Strebenquerschnitts an, so erhalten wir eine Querschnittsfläche 25,4 × 25,4 cm = 645,16 qcm, welcher für die Festigkeit der Strebe also vollkommen ausreichend ist.

Der Druck, welchen der Spannriegel in seiner Längenrichtung zu erleiden hat, ist gleich $\frac{P}{2 \operatorname{tang} a}$, also in diesem Falle, da $P = 18890$ kg und $\operatorname{tang} a = \operatorname{tang} 41^\circ = 0,869$ ist,

$$D = \frac{18890}{2 \cdot 0,869} = 10869 \text{ kg.}$$

Auch hier wird es am zweckmäfsigsten sein, die kleinste Dimension des Querschnittes so grofs zu machen, dafs das Zerknicken nicht zu befürchten ist, und da der Spannriegel ebenso lang ist, als die Streben, so wird er auch gleiche Querschnittsseiten haben müssen, nämlich $\frac{400}{15,78}$ = rot 25,4 cm.

Da die einfache rückwirkende Festigkeit nur $\frac{10869}{75}$ = rot 145 cm Querschnittsfläche erfordert, so würde ein Spannriegel von quadratischem Querschnitt, dessen Seite 25,4 cm beträgt, also dessen Flächeninhalt = 25,4 cm × 25,4 cm = 645,16 qcm enthält, mehr als ausreichend stark sein.

Es ist nun noch nötig, den Querschnitt der Hängesäulen zu ermitteln, wobei nur die durch die Balkenlage bewirkte Belastung in Rechnung zu ziehen ist, welche die absolute Festigkeit der Hängesäule beansprucht. Diese Belastung beträgt, wie früher angeführt wurde, 6325 kg.

Da der hierfür anzuwendende Festigkeitskoefficient = 100 kg ist, so ist der Querschnitt der Hängesäule $= \frac{6325}{100} =$ rot 63 cm.

Die Breite der Hängesäule in der Richtung der Dachfirst ist gleich der Strebenbreite = 25,4 cm zu nehmen, also die Stärke zwischen den Versatzungen der Strebe und des Spannriegels

$$= \frac{63}{25{,}4} = \text{rot } 2{,}5 \text{ cm}.$$

Hierzu käme auf jeder Seite ca. 5 cm für die Versatzungstiefe und 5 cm Zugabe für die Zapfenlöcher, es würde die Hängesäule also eine Dicke von ca. 18 cm haben müssen.

Die Berechnung drei- und mehrfacher Hängewerke durch Beispiele zu erläutern, dürfte überflüssig sein, da diese doch aus einfachen und doppelten zusammengesetzt sind, sich also auf diese zurückführen lassen.

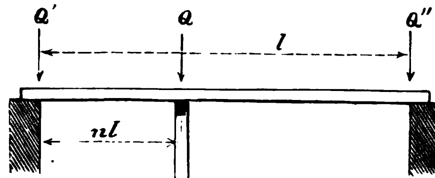


Fig. 66.

Bei Sprengwerken ist die Berechnung wie bei Hängewerken. Dagegen erscheint es als zweckmäfsig, den Druck gleichmäfsig belasteter Balken auf ungleich verteilte Stützpunkte, wie sie bei Hängewerken ja oft vorkommen, berechnen zu können.

Ist ein Balken in drei Punkten unterstützt (Fig. 66) und bezeichnet n das Verhältnis einer freien Weite zur ganzen Länge l, so ist der Druck* auf den Endpunkt

$$Q' = {}^1/_8 P \cdot \frac{n^2 + 3n - 1}{n},$$

auf den Endpunkt $Q'' = {}^1/_8 P \cdot \frac{n^2 - 5n + 3}{1 - n}$,

auf den Zwischenpunkt $Q = {}^1/_8 P \cdot \frac{-n^2 + n + 1}{n \cdot (1 - n)}$.

* Siehe Dr. Behse's „Berechnung der Festigkeit der Holz- und Eisenkonstruktionen“.

Ist n z. B. $= {}^2/_5 l$, so heifst letztere Formel:

$$Q = {}^1/_8 P \cdot \frac{-({}^2/_5)^2 + {}^2/_5 + 1}{{}^2/_5 \cdot (1 - {}^2/_5)} = {}^{31}/_{48} P.$$

Ist der Balken in 4 symmetrisch liegenden Punkten unterstützt (Fig. 67) und ebenfalls die Last P gleichmäfsig über denselben verteilt; bezeichnet ferner n das Verhältnis einer Endweite zur ganzen Länge l des Balkens, so ist der Druck auf jeden Endpunkt

$$Q' = P \cdot \frac{-1 + 6n - 6n^2 - n^3}{4n \cdot (3 - 4n)}$$

und auf jeden Zwischenpunkt

$$Q'' = P \cdot \frac{(1 - n) \cdot (1 + n - n^2)}{4n \cdot (3 - 4n)}.$$

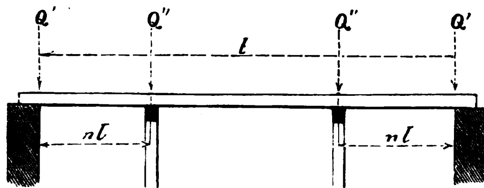


Fig. 67.

Über die praktische Ausführung der Hängewerke ist noch zu bemerken, dafs die Stirnfläche der Versatzung am besten die Richtung der Halbierungslinie des Winkels erhält, welchen die Oberfläche der Strebe mit der Hängesäule, resp. dem Balken bildet.

Bei Sprengwerken halbiere man den Winkel, welchen die Strebe mit dem Spannriegel bildet, um die Richtung der Stirnflächen beider zu bestimmen.

Will man die Verbindung der Strebe mit der Hängesäule und dem Balken ohne Zuhülfenahme von Eisenkonstruktionen bewirken, so ist ganz besonders darauf zu achten, dafs der Kopf der Hängesäule über der Versatzung, resp. der Balkenkopf aufserhalb der Strebenstirn genügend grofs sei, um kein Abscheren oder Abschieben durch den Druck der Strebe befürchten zu lassen.

Die Schubfestigkeit des Tannenholzes ist mit Sicherheit zu 8—12 kg, des Eichenholzes zu 9—10 kg, des Schmiedeeisens zu 600 kg, des Gufseisens zu 230 kg anzunehmen.

Hiernach würde der Kopf der Hängesäule in Fig. 65, welche mit $\frac{18890}{2}$ kg $= 9445$ kg belastet ist, wenn wir den mittleren Schub-

festigkeitskoefficienten = 10 kg pro Quadratcentimeter annehmen, eine lotrechte Seitenfläche von $\frac{9445}{10} = 944{,}5$ qcm haben müssen, und da er 25,4 cm breit ist, eine Länge von $\frac{944{,}5}{25{,}4} = 37{,}2$ cm über der Strebenstirn erhalten.

Die Kraft, welcher der Balken mit seiner absoluten Festigkeit zu widerstehen hat, ist gleich dem Drucke Q, welchem die Strebe mit rückwirkender Festigkeit entgegenwirkt, multipliziert mit dem Cosinus des Winkels a, welchen die Strebe mit dem Balken bildet.

Im vorliegenden Falle war

$$Q = 14398 \text{ kg und } \cos a = \cos 41^\circ = 0{,}774,$$

also die Kraft, welche den Balken auf Zerreißen in Anspruch nimmt,

$$= 14398 \text{ kg} \times 0{,}754 = 10856 \text{ kg}.$$

Dieselbe Kraft nimmt auch die Schubfestigkeit des vor der unteren Strebenstirn liegenden Balkenkopfes in Anspruch, welcher deshalb, da der Festigkeitskoefficient 10 kg pro Quadratcentimeter beträgt,

$$\frac{10856}{10} = 1085{,}6 \text{ qcm}$$

Oberfläche haben muß.

Angenommen, daß der Balken ebenso breit ist als die Strebe, nämlich 25,4 cm, so wird also die Länge des Balkenkopfes vor der Strebenstirn $\frac{1085{,}6}{25{,}4}$ cm = rot 43 cm betragen müssen.

Es ist noch zu bemerken, daß die Lage des Spannriegels so angeordnet werden muß, daß die Mittellinien der Strebe, der Hängesäule und des Spannriegels sich in einem Punkte schneiden.

Die Stärke der Hängeeisen wird natürlich nach der Zugfestigkeit des Eisens im Verhältnis zu dem daran hängenden Gewichte berechnet.

Nr. 90. Trigonometrische Tabelle
für Winkel von 0—90 Grad für den Radius = 1.

Winkel in Graden.	Sinus.	Cosinus.	Tang.	Cotang.	
0°	0,000	1,000	0,000	∞	90°
1°	0,0174	0,9998	0,0174	57,2899	89°
2°	0,0349	0,9993	0,0177	28,6362	88°
3°	0,0523	0,9986	0,0524	19,0811	87°
4°	0,0697	0,9975	0,0699	14,3006	86°
5°	0,0871	0,9961	0,0874	11,4300	85°
6°	0,1045	0,9945	0,1051	9,5143	84°
7°	0,1218	0,9925	0,1227	8,1443	83°
8°	0,1391	0,9902	0,1405	7,1153	82°
9°	0,1564	0,9876	0,1583	6,3137	81°
10°	0,1736	0,9848	0,1763	5,6712	80°
11°	0,1908	0,9816	0,1943	5,1445	79°
12°	0,2079	0,9781	0,2125	4,7046	78°
13°	0,2249	0,9743	0,2308	4,3314	77°
14°	0,2419	0,9702	0,2493	4,0107	76°
15°	0,2588	0,9659	0,2679	3,7320	75°
16°	0,2756	0,9612	0,2867	3,4874	74°
17°	0,2923	0,9563	0,3057	3,2708	73°
18°	0,3090	0,9510	0,3249	3,0776	72°
19°	0,3255	0,9455	0,3443	2,9042	71°
20°	0,3420	0,9396	0,3639	2,7474	70°
21°	0,3583	0,9335	0,3838	2,6050	69°
22°	0,3746	0,9271	0,4040	2,4750	68°
23°	0,3907	0,9205	0,4244	2,3558	67°
24°	0,4067	0,9135	0,4452	2,2460	66°
25°	0,4226	0,9063	0,4663	2,1445	65°
26°	0,4383	0,8987	0,4877	2,0503	64°
27°	0,4539	0,8910	0,5095	1,9626	63°
28°	0,4694	0,8829	0,5317	1,8807	62°
29°	0,4848	0,8746	0,5543	1,8040	61°
30°	0,5000	0,8660	0,5773	1,7320	60°
31°	0,5150	0,8571	0,6008	1,6642	59°
32°	0,5299	0,8480	0,6248	1,6003	58°
33°	0,5446	0,8367	0,6494	1,5398	57°
34°	0,5591	0,8290	0,6745	1,4825	56°
35°	0,5735	0,8191	0,7002	1,4281	55°
36°	0,5877	0,8090	0,7265	1,3763	54°
37°	0,6018	0,7986	0,7535	1,3270	53°
38°	0,6156	0,7880	0,7812	1,2799	52°
39°	0,6293	0,7771	0,8097	1,2348	51°
40°	0,9427	0,7660	0,8391	1,1917	50°
41°	0,6560	0,7547	0,8692	1,1503	49°
42°	0,6691	0,7431	0,9004	1,1106	48°
43°	0,6819	0,7315	0,9325	1,0723	47°
44°	0,6946	0,7193	0,9656	1,0355	46°
45°	0,7071	0,7071	1,0000	1,0000	45°
	Cosinus.	Sinus.	Cotang.	Tang.	Winkel in Graden.

Wölbung zwischen Eisenbahnschienen.

Eine in neuerer Zeit vielfach angewandte Konstruktion feuersicherer Decken ist die Wölbung zwischen Eisenbahnschienen.

Es ist nicht zu verkennen, dafs hierdurch bei Decken hoher Geschosse, z. B. über Stallungen, über Treppenhäusern u. s. w. eine bedeutende Ersparnis gegenüber den Wölbungen zwischen Gurtbögen erzielt wird, da die Mauern weit schwächer sein dürfen, als bei Anwendung von Gurtbögen.

Auch die Widerlagsmauern können schwächer gemacht werden, da man ja beliebig kleine Spannweiten annehmen kann, während bei der Anwendung von Gurtbögen bei kleinen Gewölbespannweiten die Gurtbögenpfeiler unverhältnismäfsig viel Raum beanspruchen würden.

Ein Nachteil der Wölbung auf Eisenschienen gegenüber der Wölbung auf Gurtbögen liegt aber in der Zerstörbarkeit des Eisens durch den Rost, welche ohne Zweifel in kürzerer oder längerer Zeit den Einsturz solcher Decken zur Folge haben wird.

Ein Ölfarbenanstrich oder besser eine Verzinkung des Eisens wird allerdings die Dauer desselben erhöhen, ob sie aber die Oxydierung ganz verhüten wird, ist wohl sehr zu bezweifeln und mufs erst durch spätere Erfahrung gelehrt werden. Das Schlimmste ist, dafs man nie wissen kann, wie weit das Eisen schon vom Rost zerstört ist, da ja nur die untere Fläche der Schienen sichtbar bleibt.

Es ist deshalb durchaus zu empfehlen, wo es irgend angeht, die Wölbung zwischen Gurtbögen der Wölbung zwischen Eisenschienen vorzuziehen.

Dafs vorzugsweise Eisenbahnschienen und nicht walzeiserne I Träger, welche doch bei gleicher Tragfähigkeit bedeutend weniger Material erfordern, verwendet werden, hat wohl darin seinen Grund, dafs man alte Eisenbahnschienen dem Gewichte nach bedeutend billiger kauft, als neue I Träger. Es ist übrigens noch zu beachten, dafs alte Eisenbahnschienen weniger tragfähig sind, als neue, weil die ursprünglich faserige Struktur der neuen Schienen durch das Befahren nach und nach in eine mehr körnige übergeht.

In nachstehender Tabelle ist die Tragfähigkeit verschieden profilierter Eisenbahnschienen bei 1 m freier Länge berechnet. Es ist angenommen worden dafs die Schienen mit beiden Enden frei aufliegen. Ein festes Einspannen der Schienenenden verdoppelt deren Tragfähigkeit, doch ist in der Praxis hierauf nicht Rücksicht zu nehmen, da ein wirklich unwandelbar festes Einspannen schwer zu bewirken sein wird.

Es ist die Tragfähigkeit von Schienen, welche mehr als 1 m frei liegen, einfach dadurch zu ermitteln, dafs man die für 1 m freie Länge in der Tabelle angegebene Tragfähigkeit durch die in Metern angegebene freie Länge der betreffenden Schiene dividiert.

Soll z. B. ermittelt werden, wieviel gleichmäfsig verteilte Last eine Schiene von 3 m Länge und 13,1 m Höhe trägt, so hat man nur die in nachstehender Tabelle für diese Schienenhöhe angegebene Tragfähigkeit durch 3 zu dividieren, also $\frac{7840}{3}$ kg $= 2606\,{}^2/_3$ kg.

Tabelle Nr. 91.

Tragfähigkeit von Eisenbahnschienen bei 1 m frei tragender Länge und ca. fünffacher Sicherheit.

(Der Sicherheitskoefficient k ist = 7 kg pro qmm angenommen.)

Form und Lage der Schienen.	Höhe in Centimetern. h	Kopfbreite in Centimetern. kb	Breite der Basis in Centimetern. bb	Gewicht pro laufenden Meter in Kilogramm.	Widerstandsmoment auf Millimeter bezogen.	Tragfähigkeit in Kilogramm bei gleichmäfsig verteilter Last.	Tragfähigkeit in Kilogramm, wenn die Last in der Mitte wirkt.
	13,1	5,5	9,15	39	140400	7840	3920
	11,8	5,5	9,15	32	117500	6552	3276
	10,5	5,5	9,15	28,7	89800	5040	2520
	13,1	5,5	9,15	78	422200	23632	11816
	11,8	5,5	9,15	64	346900	19427	9713
	10,5	5,5	9,15	57,4	268460	15008	7504

In folgender Tabelle ist nun auch angegeben, wie weit die verschiedenen Eisenbahnschienen frei liegen können, wenn sie Kappengewölbe von verschiedener Spannweite zu tragen haben, und zwar sind die Kappengewölbe bis 3 m Spannweite zu 750 k, die über 3 m Spannweite zu 800 k pro qm incl. Fufsboden, Beschuttung und mobiler Belastung angenommen.

Selbstverständlich ist auch das Eigengewicht der Schienen mit berücksichtigt.

Tabelle Nr. 92.

Frei tragende Längen der Eisenbahnschienen, welche Kappengewölbe mit Beschuttung, Fufsboden und gewöhnlicher mobiler Belastung, wie sie in Wohngebäuden vorkommt, zu tragen haben.

	Höhe der Schienen in Centimetern.	Spannweite der Kappen in Metern.									
		0,50	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
		Frei tragende Länge der Schienen in Metern.									
Einfache Schienen.	10,5	3,53	2,92	2,52	2,14	1,81	1,62	1,48	1,33	1,25	1,18
	11,8	4,00	3,30	2,90	2,38	2,06	1,85	1,69	1,51	1,42	1,34
	13,1	4,30	3,61	3,16	2,59	2,25	2,02	1,85	1,66	1,55	1,46
Doppelte Schienen.	10,5	5,89	4,93	4,31	3,64	3,11	2,78	2,55	2,29	2,13	2,02
	11,8	6,64	5,57	4,88	4,12	3,52	3,18	2,89	2,60	2,44	2,30
	13,1	7,22	6,07	5,34	4,57	3,89	3,50	3,15	2,86	2,68	2,53

Tabelle Nr. 93.

Frei tragende Längen der Eisenbahnschienen, welche Kappengewölbe mit Beschuttung und Lehm- oder Cementfufsboden zu tragen haben, welcher als Heuboden benutzt wird.

Gesamtbelastung pro Quadratmeter incl. Schiene = 1000 kg.

	Höhe der Schienen in Centimetern.	Spannweite der Kappen in Metern.						
		0,50	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
		Frei tragende Länge der Schienen in Metern.						
Einfache Schienen.	10,5	3,08	2,54	2,21	1,80	1,57	1,41	1,29
	11,8	3,50	2,89	2,52	2,06	1,80	1,60	1,47
	13,1	3,80	3,15	2,75	2,25	1,95	1,76	1,60
Doppelte Schienen.	10,5	5,20	4,31	3,77	3,10	2,70	2,42	2,21
	11,8	6,03	4,88	4,27	3,57	3,06	2,75	2,53
	13,1	6,40	5,34	4,68	3,87	3,37	3,02	2,77

Um bei den doppelten Schienen diese Tragfähigkeit zu erlangen ist es nötig, die Basen derselben mehrfach mittels Schraubenbolzen oder Nieten zu verbinden.

Walzeiserne I Träger.

Die Verwendung walzeiserner I Träger bei Hochbauten ist eine sehr mannigfaltige und stetig zunehmende.

Zur horizontalen Überdeckung gröfserer Maueröffnungen (Thore, Schaufenster u. s. w.), zur Unterstützung von Balkenlagen über gröfseren Räumen, zur Bildung massiver Decken (Wölbung zwischen I Trägern), zu Dachkonstruktionsteilen (Pfetten, Streben), zur Unterstützung massiver Treppenpodeste und Treppenarme sind die I Träger unzweifelhaft von bedeutendem Nutzen, ja oft geradezu unentbehrlich.

Nur möchten wir von der Anwendung dieser Träger in solchen Fällen abraten, in welchen man ebenso gut Mauerbögen, resp. Gurtbögen verwenden kann, da sie ja gleich den Eisenbahnschienen doch keineswegs als für die Dauer zuverlässige Konstruktionen gelten können.

Eine andere Sache ist es, wenn sie so liegen, dafs man ihre Beschaffenheit jederzeit untersuchen, und den schützenden Überzug erneuern kann, wie z. B. bei Dachkonstruktionen.

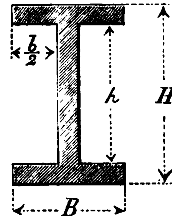


Fig. 68.

Wenn sie, z. B. bei ihrer Verwendung als Träger, nur mit den Enden im Mauerwerk liegen, so ist es ratsam, zu beiden Seiten derselben Öffnungen im Mauerwerk auszusparen, welche die Untersuchung und die Erneuerung des Anstriches der Trägerenden zulassen. Diese Öffnungen können dann durch eingepafste Stein-, Blech- oder Holzplatten geschlossen werden.

Um die Tragfähigkeit eines Balkens oder Trägers berechnen zu können, ist es nötig, das Widerstandsmoment, welches von dem Querschnitt derselben abhängig ist, zu ermitteln.

Für I Träger ist die Formel des Widerstandsmomentes:

$$W = \frac{BH^3 - bh^3}{6H}.$$

Die Abmessungen, welche durch B, H, b und h bezeichnet werden, sind in Fig. 68 angegeben.

Es ist daher die Formel für I Träger, welche auf beiden Enden frei aufliegen und

1) gleichmäfsig belastet sind:

$$P = 8k \cdot \frac{BH^3 - bh^3}{6Hl},$$

2) wenn die Belastung in der Mitte des Trägers wirkt:

$$P = 4k \cdot \frac{BH^3 - bh^3}{6Hl},$$

wobei P = der Last incl. Eigengewicht, k = dem Festigkeitskoefficienten und l = der Länge des Trägers in Centimetern ist.

Wenn beide Enden des Trägers fest eingespannt sind, so trägt derselbe doppelt soviel, als wenn sie frei aufliegen, jedoch ist es ratsam, für die Praxis hierauf keine Rücksicht zu nehmen, indem auf eine wirklich feste, unwandelbare Einspannung der Trägerenden bei Hochbauten selten gerechnet werden kann.

Die Formel zur Berechnung der Tragfähigkeit von I Trägern, welche nur auf einem Ende fest eingespannt sind, deren anderes Ende aber ohne Unterstützung ist (z. B. bei Balkons), ist

1) bei gleichmäfsig verteilter Last:

$$P = 2k \cdot \frac{BH^3 - bh^3}{6Hl},$$

2) wenn die Last am freien Ende des Trägers wirkt:

$$P = k \cdot \frac{BH^3 - bh^3}{6Hl}.$$

Es ist hierbei noch zu bemerken, dafs das Eigengewicht des Trägers in allen Fällen als gleichmäfsig verteilte Last wirkt, welche also, wenn die Nutzlast ebenfalls gleichmäfsig verteilt ist, dieser einfach hinzuaddiert wird; wenn die Nutzlast aber bei mit beiden Enden aufliegenden Trägern in der Mitte, oder bei dem nur an einem Ende eingespannten Träger am freien Ende wirkt, so wird dieser Nutzlast das halbe Eigengewicht des Trägers hinzuaddiert.

Der Festigkeitskoefficient für profiliertes Walzeisen kann bei circa fünffacher Sicherheit zu 750 kg pro Quadratcentimeter angenommen werden, und zwar für Zug, Druck und Inanspruchnahme der relativen Festigkeit.

Sind jedoch die Konstruktionen starken Erschütterungen ausgesetzt, wie z. B. bei Brückenträgern oder bei Trägern unter Tanzsälen u. s. w., oder ist ein schnelles Rosten zu befürchten, so mufs der Festigkeitskoefficient geringer angenommen werden, etwa zu 600, oder gar nur zu 500, je nach den Umständen.

Da in den Profiltabellen der Eisenhütten das Widerstandsmoment W der einzelnen Profile stets angegeben ist, so läfst sich das passende Trägerprofil für eine gegebene Belastung und Trägerlänge leicht ermitteln.

Liegt der Träger mit beiden Enden auf und ist die Last gleichmäſsig über denselben verteilt, so ist das Widerstandsmoment:

$$W = \frac{Pl}{8k}.$$

Wirkt nur eine Einzellast in der Mitte des mit beiden Enden aufliegenden Trägers, so ist

$$W = \frac{Pl}{4k},$$

worin P die Gesamtlast in Kilogramm, l die frei liegende Trägerlänge in Centimetern und k der Festigkeitskoefficient ist.

Wirken zwei auf die freie Trägerlänge symmetrisch verteilte gleich groſse Einzellasten auf denselben, ein Fall, der bei der Bildung massiver Decken (z. B. über Stallräumen) oft vorkommt, wenn die Träger oder Schienen, zwischen welche die Gewölbe gespannt sind, auf walzeisernen Unterzügen ruhen, so ist

$$W = \frac{Pa}{k},$$

worin P das Gewicht einer Einzellast in Kilogramm, a die Entfernung des Angriffspunktes der Einzellast vom Stützpunkt in Centimetern und k der Festigkeitskoefficient ist.

Wenn drei gleich groſse Einzellasten in gleichen Abständen über die freie Trägerlänge verteilt sind, also den Träger in 4 gleiche Teile teilen, so ist, wenn die Einzellast in Kilogramm mit P, die freie Trägerlänge in Centimetern mit l bezeichnet wird

$$W = \frac{Pl}{2k}.$$

Auch dieser Fall kommt bei hölzernen und massiven Deckenbildungen, wobei die Balken resp. Schienen auf Unterzügen ruhen, häufig vor.

Wenn ein Träger durch verschiedene Einzelgewichte in verschiedenen Abständen belastet wird, so muſs zunächst das gröſste Biegungsmoment ermittelt werden.

Dies geschieht in folgender Weise mit Beziehung auf Fig. 69.

Bezeichnen P^1, P^2, P^3, und P^4 die Einzellasten in Kilogramm, a^1, a^2, a^3 und a^4 die Abstände der Angriffspunkte der Einzellasten vom Stützpunkte A; b^1, b^2, b^3 und b^4 die Abstände derselben vom Stützpunkte B und l die frei liegende Trägerlänge in Centimetern, so ist der Auflagerdruck im Stützpunkte A

$$A = \frac{P^1b^4 + P^2b^3 + P^3b^2 + P^4b^1}{l},$$

$$\text{in } B = \frac{P^1a^1 + P^2a^2 + P^3a^3 + P^4a^4}{l}$$

$$\text{oder} = P^1 + P^2 + P^3 + P^4 - A.$$

Ferner ist das Biegungsmoment im Angriffspunkte I:

$$M\,\text{I} = Aa^1,$$

im Angriffspunkte II:

$$M\,\text{II} = Aa^2 - P^1(a^2 - a^1),$$

im Angriffspunkte III:

$$M\,\text{III} = Aa^3 - P^1(a^3 - a^1) - P^2(a^3 - a^2),$$

im Angriffspunkte IV:

$$M\,\text{IV} = Aa^3 - P^1(a^4 - a^1) - P^2(a^4 - a^2) - P^3(a^4 - a^3).$$

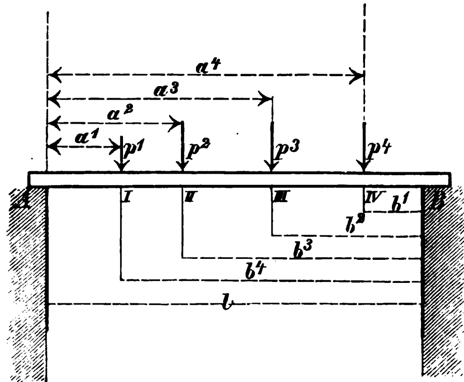


Fig. 69.

Die Momente der Angriffspunkte III und IV lassen sich einfacher von B aus bilden, nämlich:

$$M\,\text{III} = Bb^2 - P^4(b^2 - b^1)$$

und

$$M\,\text{IV} = Bb^1.$$

Das gröfste dieser Momente ist nun $M\,max. = kW$

also

$$W = \frac{M\,max.}{k}.$$

Beispiel:

Bezugnehmend auf Fig. 69 sei:

$P^1 = 1000$ kg,	$a^1 = 100$ cm,	folglich $b^1 = 80$ cm
$P^2 = 600$ »	$a^2 = 180$ »	$b^2 = 200$ »
$P^3 = 1200$ »	$a^3 = 300$ »	$b^3 = 320$ »
$P^4 = 1600$ »	$a^4 = 420$ »	$b^4 = 400$ »

$$l = 500 \text{ cm},$$

so ist der Auflagerdruck

$$A = \frac{1000 \cdot 400 + 600 \cdot 320 + 1200 \cdot 200 + 1600 \cdot 80}{500} = 1920 \text{ kg}$$

$$B = 1000 + 600 + 1200 + 1600 - 1920 = 2480 \text{ kg}.$$

Es ist ferner:

$$\begin{aligned} M\text{I} &= 1920 \cdot 100 = 192000 \text{ kgcm} \\ M\text{II} &= 1920 \cdot 180 - 1000(180 - 100) = 265600 \text{ kgcm} \\ M\text{III} &= 2480 \cdot 200 - 1600(200 - 80) = 304000 \text{ kgcm} \\ M\text{IV} &= 2480 \cdot 80 = 198400 \text{ kgcm}. \end{aligned}$$

Das gröfste Biegungsmoment ist hiernach also MIII und das Widerstandsmoment auf Centimeter bezogen

$$W = \frac{304000}{750} = 405{,}333,$$

wenn der Festigkeitskoefficient des Walzeisens $k = 750$ angenommen wird.

Zur Ermittelung des Widerstandsmomentes für andere Belastungsarten dient die nachstehende Tabelle, welche selbstverständlich sowohl für hölzerne als auch für eiserne Balken gültig ist.

Tabelle Nr. 94.

Widerstandsmomente und Auflagerdrucke verschiedenartig belasteter Balken, welche mit beiden Enden frei aufliegen.

Belastungsart.	Widerstandsmoment W.	Auflagerdruck.
I.	$W = \frac{Pl}{k}$	
II.	$W = \frac{Pl}{2k}$	
III.	$W = \frac{Pl}{4k}$	$A = \frac{P}{2}$ $B = \frac{P}{2}$

Belastungsart.	Widerstandsmoment W.	Auflagerdruck
IV.	$W = \frac{P a b}{l k}$	$A = \frac{Pb}{l}$ $B = \frac{Pa}{l}$
V.	$W = \frac{P l}{8 k}$	$A = \frac{P}{2}$ $B = \frac{P}{2}$
VI.	$W = \frac{P l}{6 k}$	$A = \frac{P}{2}$ $B = \frac{P}{2}$
VII.	$W = \frac{P l}{12 k}$	$A = \frac{P}{2}$ $B = \frac{P}{2}$
VIII.	$W = \frac{A^2 a}{2 P k}$	$A = \frac{P \cdot (2b +}{2l}$ $B = \frac{Pa}{2l}$
IX.	$W = \frac{A}{k}\left(a + \frac{Ab}{2P}\right)$	$A = \frac{P \cdot (2c +}{2l}$ $B = \frac{P \cdot (2a}{2l}$
X.	Ist $B \leqq \frac{Pb}{l}$, so ist $W = \frac{B^2 l}{2 P k}$ Ist $B \geqq \frac{Pb}{l}$, so ist $W = \frac{a b}{2 k l} \cdot (P + 2P_1)$ Ist $a = \frac{1}{2} l$, so ist $W = \frac{l}{8 k} \cdot (P + 2P_1)$	$A = \frac{P}{2} +$ $B = \frac{P}{2} +$

In obiger Tabelle bezeichnet P resp. P_1 die Belastung der Balken in Kilogramm; wenn dieselbe durch einen Pfeil bezeichnet ist, so ist es eine an einem Punkte angreifende Einzellast; die lotrecht schraffierten Rechtecke und Dreiecke bezeichnen die Verteilung einer Last über dem Balken oder einem Teile desselben. W bezeichnet das Widerstandsmoment, k den Festigkeitskoefficienten des Materials, aus welchem der Balken besteht. Der Festigkeitskoefficient für Holz ist $= 80$ kg pro Quadratcentimeter der Querschnittsfläche, — bei Anwendung der Formeln einfach $= 80$ zu setzen.

Für l ist die freie Länge des Balkens in Centimetern, für a, b und c die durch Pfeile angedeuteten Einzellängen ebenfalls in Centimetern einzusetzen. Die mit A und B in Gleichung gesetzten Werte geben die Auflagerdrucke des Balkens in seinen Stützpunkten an.

Beispiel: Es soll die Stärke eines Balkens von 5 m freier Länge berechnet werden, der nur die Last eines Ständers, welche 1600 kg beträgt, aufzunehmen hat. Die Mittelachse des Ständers steht in 2 m Entfernung von einem Auflager.

Auflösung: Nach der bei IV. angegebenen Formel ist das Widerstandsmoment $W = \frac{Pab}{lk}$.

Es ist

$$P = 1600$$
$$a = 200$$
$$b = 300$$
$$l = 500$$
$$k = 80.$$

Nach Einsetzung dieser Werte lautet obige Formel:

$$\text{I.} \quad W = \frac{1600 \cdot 200 \cdot 300}{500 \cdot 80}$$
$$\text{II.} \quad W = 2400.$$

Nun ist aber das Widerstandsmoment des rechteckigen Balkenquerschnittes $W = \frac{bh^2}{6}$, worin b die Breite und h die Höhe des Balkens bezeichnen.

Da dies zwei unbekannte Gröfsen sind, so mufs entweder eine beliebig bestimmt oder das Verhältnis der beiden Gröfsen zueinander festgestellt werden.

Nehmen wir an, dafs $b : h = 3 : 4$ sei, so ist in obiger Formel statt b der gleiche Wert $^3/_4 h$ einzusetzen,

$$\text{also } W = \frac{^3/_4 h \cdot h^2}{6} \text{ oder } W = \frac{3h^3}{4 \cdot 6} = \frac{h^3}{8}.$$

Profil No.	W	G	w	h	b	d	t		Frei tragende Länge l in Metern.														
									1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	10,0
18c	165	23,5	7,0	180	82	8,4	10,2	P	6 600	4 950	3 960	3 300	2 830	2 475	2 200	1 980	1 800	1 650	1 523	1 415	1 238	1 100	990
								f	1,0	1,7	2,7	3,9	5,3	7,0	8,8	10,9	13,2	15,6	18,4	21,3	27,8	35,2	43,4
20a	191	24,2	7,9	200	90	7,6	9,6	P	7 640	5 730	4 584	3 820	3 274	2 865	2 547	2 292	2 084	1 910	1 763	1 637	1 433	1 273	1 146
20b	212	26,7	8,0	200	90	8,3	10,8	P	8 480	6 360	5 088	4 240	3 634	3 180	2 827	2 544	2 313	2 120	1 957	1 817	1 590	1 413	1 272
20c	232	29,2	8,0	200	90	9,0	12,0	P	9 280	6 960	5 568	4 640	3 977	3 480	3 093	2 784	2 531	2 320	2 142	1 988	1 740	1 547	1 392
								f	0,9	1,6	2,4	3,5	4,6	6,3	7,9	9,8	11,8	14,1	16,5	19,2	25,0	31,6	39,0
22a	265	29,9	8,9	220	98	8,3	11,2	P	10 600	7 950	6 360	5 300	4 543	3 975	3 533	3 180	2 891	2 650	2 446	2 272	1 988	1 767	1 590
22b	287	32,4	8,8	220	98	9,0	12,2	P	11 480	8 610	6 888	5 740	4 920	4 305	3 827	3 444	3 131	2 870	2 649	2 460	2 153	1 913	1 722
22c	309	34,9	8,9	220	98	9,7	13,2	P	12 360	9 270	7 416	6 180	5 297	4 635	4 120	3 708	3 371	3 090	2 852	2 649	2 318	2 060	1 854
								f	0,8	1,4	2,2	3,2	4,2	5,7	7,2	8,9	10,7	12,8	15,0	17,4	22,7	28,8	35,5
24a	346	35,1	9,9	240	106	8,6	12,4	P	13,840	10 380	8 304	6 920	5 931	5 190	4 613	4 152	3 775	3 460	3 194	2 966	2 595	2 307	2 076
24b	370	37,8	9,8	240	106	9,3	13,5	P	14 800	11 100	8 880	7 400	6 343	5 550	4 933	4 440	4 036	3 700	3 415	3 171	2 775	2 467	2 220
24c	395	40,6	9,8	240	106	10,0	14,5	P	15 800	11 850	9 480	7 900	6 771	5 925	5 267	4 740	4 309	3 950	3 646	3 386	2 963	2 633	2 370
								f	0,7	1,3	2,0	2,9	3,8	5,2	6,6	8,1	9,8	11,7	13,7	15,9	20,8	26,3	32,5
26a	440	41,3	10,7	260	112	9,3	13,9	P	17 600	13 200	10 560	8 800	7 543	6 600	5 867	5 280	4 800	4 400	4 062	3 771	3 300	2 933	2 640
26b	471	44,3	10,6	260	112	10,0	15,0	P	18 840	14 130	11 304	9 420	8 074	7 065	6 280	5 652	5 138	4 710	4 348	4 037	3 533	3 140	2 826
26c	502	47,3	10,6	260	112	10,7	16,0	P	20 080	15 060	12 048	10 040	8 606	7 530	6 693	6 024	5 476	5 020	4 634	4 303	3 765	3 347	3 012
								f	0,7	1,2	1,9	2,7	3,5	4,8	6,1	7,5	9,1	10,8	12,7	14,7	19,2	24,3	30,0
28a	544	48,0	11,4	280	116	10,4	15,3	P	21 760	16 320	13 056	10 880	9 326	8 160	7 253	6 528	5 935	5 440	5 022	4 663	4 080	3 627	3 264
28b	577	51,4	11,2	280	116	11,2	16,4	P	23 080	17 310	13 848	11 540	9 891	8 655	7 693	6 924	6 295	5 770	5 326	4 946	4 328	3 847	3 462
28c	610	54,9	11,1	280	116	12,0	17,6	P	24 400	18 300	14 640	12 200	10 457	9 150	8 133	7 320	6 655	6 100	5 631	5 229	4 575	4 067	3 660
								f	0,6	1,1	1,7	2,5	3,3	4,5	5,7	7,0	8,4	10,1	11,8	13,7	17,9	22,6	27,9
30a	686	56,3	12,2	300	120	11,0	18,0	P	27 440	20 580	16 464	13 720	11 760	10 290	9 147	8 232	7 484	6 860	6 332	5 880	5 145	4 573	4 116
30b	729	60,4	12,1	300	120	11,8	19,4	P	29 160	21 870	17 496	14 580	12 497	10 935	9 720	8 748	7 953	7 290	6 729	6 249	5 468	4 860	4 374
30c	771	64,4	12,0	300	120	12,6	20,8	P	30 840	23 130	18 504	15 420	13 217	11 565	10 280	9 252	8 411	7 710	7 117	6 609	5 783	5 140	4 626
								f	0,6	1,0	1,6	2,3	3,1	4,2	5,3	6,5	7,9	9,4	11,0	12,8	16,6	21,1	26,0
35a	863	64,7	13,4	350	130	13,0	16,0	P	34 520	25 890	20 712	17 260	14 794	12 945	11 507	10 356	9 415	8 630	7 966	7 397	6 473	5 753	5 178
35b	909	68,6	13,2	350	130	13,9	17,1	P	36 360	27 270	21 816	18 180	15 583	13 635	12 120	10 908	9 916	9 090	8 391	7 791	6 818	6 060	5 454

Tabelle Nr. 95.

Normalprofile für I Träger, Tragfähigkeit und gröfste Durchbiegung derselben.

Es bedeutet W das Widerstandsmoment, bezogen auf Centimeter; G das Gewicht für 1 m Länge des Trägers in Kilogramm; w den Wirkungsgrad $= \frac{W}{G}$; h die Trägerhöhe; b die Flanschbreite; d die Stegdicke; t die mittlere Flanschdicke, in Millimetern. — f gibt an die Maximaldurchbiegung in Millimetern, P die zulässige, gleichförmig verteilte Belastung in Kilogramm, bei einer Maximalspannung von 750 kg pro Quadratcentimeter Querschnittsfläche.

Profil No.	W	G	w	h*	b	d	t		Frei tragende Länge l in Metern.														
									1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	10,0
8	19	5,9	3,2	80	42	4	5,7	P	760	570	456	380	326	290	253	228	207	190	175	163	145	127	114
								f	2,2	3,9	6,1	8,8	11,5	15,6	19,8	24,4	29,5	35,2	41,3	47,9	62,5	79,1	97,6
10	31	7,4	4,2	100	50	4	6	P	1 240	930	744	620	531	465	413	372	338	310	286	266	233	207	186
								f	1,8	3,1	4,9	7,0	9,2	12,5	15,9	19,6	23,7	28,2	33,0	38,3	50,0	63,4	78,1
12a	41	8,9	4,6	120	58	4,8	5,2	P	1 640	1 230	984	820	703	615	547	492	447	410	378	352	308	273	246
12b	50	11,0	4,5	120	58	6,0	6,5	P	2 000	1 500	1 200	1 000	857	750	667	600	545	500	462	428	385	333	300
								f	1,5	2,6	4,1	5,9	7,7	10,5	13,2	16,3	19,7	23,5	27,5	32,0	41,8	52,8	65,1
14a	65	11,4	5,7	140	66	5,2	6,3	P	2 600	1 950	1 560	1 300	1 114	975	867	780	709	650	600	557	488	433	390
14b	73	13,3	5,5	140	66	6	7,3	P	2 920	2 190	1 752	1 460	1 251	1 095	973	876	796	730	674	626	548	487	438
14c	81	15,1	5,4	140	66	6,8	8,3	P	3 240	2 430	1 944	1 620	1 389	1 215	1 080	972	884	810	748	694	608	540	486
								f	1,3	2,2	3,5	5,0	6,6	8,9	11,3	14,0	16,9	20,1	23,6	27,3	35,7	45,2	55,8
16a	100	15,5	6,5	160	74	6	7,6	P	4 000	3 000	2 400	2 000	1 714	1 500	1 333	1 200	1 091	1 000	923	857	750	667	600
16b	112	17,7	6,3	160	74	6,9	8,7	P	4 480	3 360	2 688	2 240	1 920	1 680	1 494	1 344	1 222	1 120	1 034	960	840	747	672
16c	124	19,9	6,2	160	74	7,8	9,8	P	4 960	3 720	2 976	2 480	2 127	1 860	1 653	1 488	1 353	1 240	1 144	1 064	930	827	744
								f	1,1	2,0	3,1	4,4	5,7	7,8	9,9	12,2	14,8	17,6	20,6	23,9	31,3	40,0	48,8
18a	145	20,2	7,2	180	82	7,2	8,8	P	5 800	4 350	3 480	2 900	2 488	2 175	1 933	1 740	1 581	1 450	1 339	1 243	1 088	967	870
18b	154	21,8	7,1	180	82	7,8	9,5	P	6 160	4 620	3 696	3 080	2 637	2 310	2 052	1 848	1 680	1 540	1 421	1 320	1 248	1 026	924

* Für Trägerhöhen bis zu $h = 250$ mm ist die Flanschbreite $b = 0{,}4 \cdot h + 10$ mm, für Trägerhöhen von $h = 250$ bis 500 mm: $b = 0{,}2 \cdot h + 60$ mm.

Tabelle Nr. 96.

Widerstandsmoment, Gewicht, Wirkungsgrad und Tragfähigkeit von 2 aufeinander genieteten I Trägern nach den Normalprofilen.

Profil Nr.	W	G	w	Frei tragende Länge.									
				4 m	5 m	6 m	7 m	8 m	9 m	10 m	11 m	12 m	13 m
				Zulässige, gleichförmig verteilte Belastung (in Kilogramm).									
30 a	1 770	112,6	15,7	26 550	21 240	17 700	15 171	13 275	11 800	10 620	9 655	8 850	8 169
30 b	1 890	120,8	15,6	28 350	22 680	18 900	16 200	14 175	12 600	11 340	10 309	9 450	8 723
30 c	2 010	128,8	15,6	30 150	24 120	20 100	17 229	15 075	13 400	12 060	10 964	10 050	9 277
35 a	2 320	129,4	17,9	31 800	27 840	23 200	19 886	17 400	15 467	13 920	12 655	11 600	10 708
35 b	2 460	137,2	17,9	36 900	29 520	24 600	21 086	18 450	16 400	14 760	13 418	12 300	11 354
35 c	2 590	145,0	17,8	38 850	31 080	25 900	22 200	19 425	17 267	15 540	14 127	12 950	11 954
35 d	2 720	152,8	17,8	40 800	32 640	27 200	23 314	20 400	18 133	16 320	14 836	13 600	12 554
40 a	3 140	156,0	20,1	47 100	37 680	31 400	26 914	23 550	20 933	18 840	17 127	15 700	14 492
40 b	3 280	163,6	20,1	49 200	39 360	32 800	28 114	24 600	21 867	19 680	17 891	16 400	15 138
40 c	3 430	171,0	20,1	51 450	41 160	34 300	29 400	25 725	22 867	20 580	18 709	17 150	15 831
40 d	3 580	178,6	20,1	53 700	42 960	35 800	30 686	26 850	23 867	21 480	19 527	17 900	16 538
40 e	3 710	181,2	20,5	55 650	44 520	37 100	31 800	27 825	24 733	22 260	20 236	18 550	17 123
40 f	3 900	191,2	20,4	58 500	46 800	39 000	33 429	29 250	26 000	23 400	21 273	19 500	18 000
40 g	4 100	201,2	20,4	61 500	49 200	41 000	35 143	30 750	27 333	24 600	22 364	20 500	18 923
40 h	4 300	211,2	20,4	64 500	51 600	43 000	36 857	32 250	28 667	25 800	23 455	21 500	19 846
45 a	4 830	212,2	22,7	72 150	57 960	48 300	41 400	36 225	32 200	28 980	26 345	24 150	22 292
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	23 446

·her Hütten gegenübergestellt.

ler Normalprofile genommen werden können.

Phönix					Rote Erde				
Profil Nr.	W	G	Preis pro 1 Meter	Normal-Länge Meter	Profil Nr.	W	G	Preis pro 1 Meter	Normal-Länge Meter
					14a	21	6,5	0,81	8
2a	36	9,0	1,35	8	3a	37	9,3	1,17	8
4a	49	10,5	1,57	8	6a	49	10,0	1,30	8
4b	63	14,0	2,10	8					
					6a	69	13,3	1,67	8
5a	76	14,5	2,16	8	6b	78	15,3	1,91	8
					5e	95	15,7	1,96	8
6a	117	18,5	2,87	7	5a	110	17,8	2,22	8
					5b	122	20,1	2,52	8
					7e	148	21,6	2,70	8
7a	151	22,5	3,25	8					
					[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Tabelle Nr. 96.

Widerstandsmoment, Gewicht, Wirkungsgrad und Tragfähigkeit von 2 aufeinander genieteten I Trägern nach den Normalprofilen.

Profil Nr.	W	G	w	Frei tragende Länge. 4 m	5 m	6 m	7 m	8 m	9 m	10 m	11 m	12 m	13 m
				Zulässige, gleichförmig verteilte Belastung (in Kilogramm).									
30 a	1 770	112,6	15,7	26 550	21 240	17 700	15 171	13 275	11 800	10 620	9 655	8 850	8 169
30 b	1 890	120,8	15,6	28 350	22 680	18 900	16 200	14 175	12 600	11 340	10 309	9 450	8 723
30 c	2 010	128,8	15,6	30 150	24 120	20 100	17 229	15 075	13 400	12 060	10 964	10 050	9 277
35 a	2 320	129,4	17,9	34 800	27 840	23 200	19 886	17 400	15 467	13 920	12 655	11 600	10 708
35 b	2 460	137,2	17,9	36 900	29 520	24 600	21 086	18 450	16 400	14 760	13 418	12 300	11 354
35 c	2 590	145,0	17,8	38 850	31 080	25 900	22 200	19 425	17 267	15 540	14 127	12 950	11 954
35 d	2 720	152,8	17,8	40 800	32 640	27 200	23 314	20 400	18 133	16 320	14 836	13 600	12 554
40 a	3 140	156,0	20,1	47 100	37 680	31 400	26 914	23 550	20 933	18 840	17 127	15 700	14 492
40 b	3 280	163,6	20,1	49 200	39 360	32 800	28 114	24 600	21 867	19 680	17 891	16 400	15 138
40 c	3 430	171,0	20,1	51 450	41 160	34 300	29 400	25 725	22 867	20 580	18 709	17 150	15 831
40 d	3 580	178,6	20,1	53 700	42 960	35 800	30 686	26 850	23 867	21 480	19 527	17 900	16 538
40 e	3 710	181,2	20,5	55 650	44 520	37 100	31 800	27 825	24 733	22 260	20 236	18 550	17 123
40 f	3 900	191,2	20,4	58 500	46 800	39 000	33 429	29 250	26 000	23 400	21 273	19 500	18 000
40 g	4 100	201,2	20,4	61 500	49 200	41 000	35 143	30 750	27 333	24 600	22 364	20 500	18 923
40 h	4 300	211,2	20,4	64 500	51 600	43 000	36 857	32 250	28 667	25 800	23 455	21 500	19 846
45 a	4 830	212,2	22,7	72 450	57 960	48 300	41 400	36 225	32 200	28 980	26 345	24 150	22 292
45 b	5 080	223,2	22,7	76 200	60 960	50 800	43 543	38 100	33 867	30 480	27 709	25 400	23 446
45 c	5 320	234,4	22,7	79 800	63 840	53 200	45 600	39 900	35 467	31 920	29 018	26 600	24 554
45 d	5 560	245,4	22,7	83 400	66 720	55 600	47 657	41 700	37 067	33 360	30 327	27 800	25 662
50 a	6 250	246,6	25,4	93 750	75 000	62 500	53 571	46 875	41 667	37 500	34 091	31 250	28 846
50 b	6 640	262,6	25,3	90 600	79 680	66 400	56 914	49 800	44 267	39 840	36 219	33 200	30 646
50 c	7 020	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

…her Hütten gegenübergestellt.

…ler Normalprofile genommen werden können.

Phönix					Rote Erde				
Profil Nr.	W	G	Preis pro 1 Meter	Normal-Länge Meter	Profil Nr.	W	G	Preis pro 1 Meter	Normal-Länge Meter
					14a	21	6,5	0,81	8
2a	36	9,0	1,35	8	3a	37	9,3	1,17	8
4a	49	10,5	1,57	8	6a	49	10,0	1,30	8
4b	63	14,0	2,10	8					
					6a	69	13,3	1,67	8
3a	76	14,5	2,16	8	6b	78	15,3	1,91	8
					5e	95	15,7	1,96	8
6a	117	18,5	2,87	7	5a	110	17,8	2,22	8
					5b	122	20,1	2,52	8
					7e	148	21,6	2,70	8
7a	151	22,5	3,25	8					
					[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Tabelle Nr. 98.

Tragfähigkeit von Wellblechen pro Quadratmeter in Kilogramm bei 750 kg pro Quadratcentimeter Maximalspannung.

(Dimensionen und Nummern der Dillinger Hütte.)

Pos.	Nr.	G	W	w	h	b	d	B	L	G_1	Frei tragende Länge in Metern. Gleichförmig verteilte Belastung in Kilogramm.						Preis pro Quadratm. in Mark		
											0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	excl. Überdeckung ungestrichen.	excl. Überdeckung 3 Mal mit Ölfarbe gestrichen.	incl. Überdeckung und gestrichen.
1	1	29	52	1,80	75	230	3,0	0,920	3,000	31	—	3120	1387	780	499	347	7,25	9,30	9,80
2	—	34	60	1,76	75	230	3,5	0,920	3,000	36	—	3600	1600	900	576	400	8,50	10,55	11,08
3	—	39	67	1,72	75	230	4,0	0,920	3,000	42	—	4020	1787	1005	643	447	9,75	11,80	12,50
4	—	44	73	1,66	75	230	4,5	0,920	3,000	47	—	4380	1947	1095	701	487	11,00	13,05	13,70
5	—	49	80	1,64	75	230	5,0	0,920	3,000	52	—	4800	2133	1200	768	533	12,25	14,30	15,10
6	—	54	86	1,59	75	230	5,5	0,920	3,000	57	—	5160	2293	1290	826	573	13,50	15,55	16,60
7	—	59	92	1,56	75	230	6,0	0,920	3,000	63	—	5520	2453	1380	883	613	14,75	16,80	17,70
8	2b	9	10	1,11	45	150	1,0	0,900	3,000	10,6	—	600	267	150	96	67	2,25	4,25	4,48
9	—	11,3	12,5	1,11	45	150	1,3	0,900	3,000	12	—	750	333	187	120	83	2,83	4,83	5,10
10	—	13,5	15	1,11	45	150	1,5	1,050	3,000	14,3	—	900	400	225	144	100	3,38	5,38	5,64
11	—	16	17	1,06	45	150	1,8	1,050	3,000	17	—	1020	453	255	163	113	4,00	6,00	6,34
12	—	18,5	19	1,03	45	150	2,0	1,050	3,000	19,6	—	1140	507	285	182	127	4,63	6,63	7,00
13	3	6	3,7	0,62	25	133	0,8	0,530	2,300	6,5	—	222	99	56	—	—	1,50	3,25	3,43
14	—	8,5	5	0,59	25	133	1,0	0,530	2,300	9,2	—	300	133	75	—	—	2,13	3,88	4,10
15	—	10,5	6,1	0,58	25	133	1,3	0,530	2,300	11,4	—	366	163	92	—	—	2,63	4,38	4,63
16	—	12,5	7,0	0,56	25	133	1,5	0,530	2,300	13,5	—	420	187	105	—	—	3,13	4,88	5,15
17	4	5,6	3,5	0,63	27	87	0,6	1,566	0,900	6,0	259	—	—	—	—	—	1,40	3,45	3,64
18	—	7,1	4,4	0,62	27	87	0,7	1,566	0,900	7,7	326	—	—	—	—	—	1,78	3,83	4,05
19	—	8,3	5,2	0,62	27	87	0,8	1,566	0,900	9,0	385	—	—	—	—	—	2,08	4,13	4,36

Tabelle Nr. 99.

Tragfähigkeit verzinkter Wellbleche.

a. Dimensionen, Gewichte und Bezeichnungen des Walzwerkes Germania (L. Fr. Buderus) bei Neuwied a. Rhein.

(Nach dem Preiscourant vom Mai 1878.)

Pos.	Profil	*G*	*W*	*h*	*d*	*B*	*L*	Frei tragende Länge — Tragfähigkeit in kg. pro Quadratm.			Preis pro Quadratmeter incl. Überdeckung ca.
								1,0 m	1,5 m	2,0 m	
1	*A*	14,2	8,5	27	1,5	0,815	2,5	510	227	128	5,54 M.
2	*A*	13,0	7,8	27	1,38	„	„	468	208	117	5,07
3	*A*	11,8	7,2	27	1,25	„	„	432	192	108	4,72
4	*A*	10,6	6,5	27	1,13	„	„	390	173	98	4,34
5	*A*	9,5	5,7	26	1,00	0,730	„	342	152	86	3,99
6	*A*	8,3	5,0	26	0,88	„	„	300	133	75	3,57
7	*A*	7,1	4,3	26	0,75	„	2,0	258	115	65	3,27
8	*A*	5,9	3,7	25	0,63	„	„	222	99	56	3,24
9	*B*	13,2	8,5	29	1,50	0,802	2,5	510	227	128	5,14
10	*B*	12,1	7,7	29	1,38	„	„	462	206	116	4,72
11	*B*	11,0	7,0	29	1,25	„	„	420	187	105	4,40
12	*B*	9,9	6,4	29	1,13	„	„	384	171	96	4,06
13	*B*	8,8	5,5	27	1,00	„	„	330	147	83	3,70
14	*B*	7,7	4,8	27	0,88	„	„	288	128	72	3,31
15	*B*	6,6	4,1	26	0,75	0,680	2,0	246	110	62	3,03
16	*B*	5,5	3,3	24	0,63	„	„	198	88	50	3,02
17	*C*	13,7	11,0	35	1,50	0,900	2,5	660	293	165	5,35
18	*C*	12,6	10,1	35	1,38	„	„	606	270	152	4,92
19	*C*	11,4	9,1	35	1,25	„	2,2	546	243	137	4,56
20	*C*	10,3	8,2	35	1,13	„	„	492	218	123	4,23
21	*C*	9,1	7,1	33	1,00	0,763	2,6	426	190	107	3,73
22	*C*	8,0	6,2	33	0,88	„	2,0	372	165	93	3,44
23	*C*	6,8	5,2	32	0,75	„	„	312	139	78	3,13
24	*C*	5,7	4,1	30	0,63	„	1,8	246	109	62	2,62
25	*D*	20,5	17,6	40	2,25	0,975	2,5	1056	469	264	7,57
26	*D*	18,2	15,8	40	2,00	„	„	948	421	237	6,73
27	*D*	16,0	13,9	40	1,75	„	„	834	371	209	5,92
28	*D*	13,7	12,0	40	1,50	„	„	720	320	180	5,35
29	*D*	12,6	11,0	40	1,38	„	„	660	293	165	4,92
30	*D*	11,4	10,0	40	1,25	„	2,2	600	267	150	4,56
31	*D*	10,3	9,1	38	1,13	„	„	546	243	137	4,23
32	*D*	9,1	8,0	38	1,00	0,825	2,3	480	213	120	3,73
33	*D*	8,0	6,9	38	0,88	„	„	414	184	104	3,44

b. **Jacob Hilgers in Rheinbrohl** liefert folgende verzinkte Bleche, deren Tragfähigkeit nach den entsprechenden Blechen der obigen Aufstellung entnommen werden kann.

Pos.	Profil Nr.	*G*	*h*	*d*	*B*	*L*	Preis pro 100 kg. Mark	Preis pro Quadratmeter gewellt excl. Überdeckung Mark	Preis pro Quadratmeter incl. Überdeckung ca. Mark
1	I.	12,00	25	1,38	0,79	2,1	34 bis 36	4,08 bis 4,32	4,35 bis 4,60
2	"	10,88	"	1,25	"	"	35 — 37	3,81 — 4,08	4,06 — 4,35
3	"	9,80	"	1,13	"	"	36 — 38	3,53 — 3,72	3,76 — 3,96
4	"	8,71	"	1,00	"	"	37 — 39	3,22 — 3,40	3,43 — 3,62
5	"	7,62	"	0,88	"	"	38 — 40	2,90 — 3,05	3,09 — 3,25
6	"	6,53	"	0,75	"	"	41 — 43	2,68 — 2,81	2,85 — 2,99
7	II.	12,12	30	1,38	0,88	3,1	34 — 36	4,12 — 4,36	4,39 — 4,65
8	"	11,02	"	1,25	"	"	35 — 37	3,86 — 4,08	4,11 — 4,35
9	"	9,92	"	1,13	"	"	36 — 38	3,57 — 3,77	3,80 — 4,02
10	"	8,82	"	1,00	"	"	37 — 39	3,26 — 3,44	3,47 — 3,66
11	"	7,72	"	0,88	"	"	38 — 40	2,93 — 3,09	3,12 — 3,29
12	"	6,62	"	0,75	"	"	41 — 43	2,71 — 2,85	2,89 — 3,03
13	III.	12,93	40	1,38	0,97	"	34 — 36	4,40 — 4,65	4,69 — 4,95
14	"	11,75	"	1,25	"	"	35 — 37	4,11 — 4,35	4,38 — 4,63
15	"	10,58	"	1,13	"	"	36 — 38	3,81 — 4,02	4,06 — 4,28
16	"	9,40	"	1,00	"	"	37 — 39	3,48 — 3,67	3,71 — 3,90
17	"	8,23	"	0,88	"	"	38 — 40	3,13 — 3,29	3,31 — 3,50
18	"	7,07	"	0,75	"	"	41 — 43	2,90 — 3,04	3,09 — 3,24

Bemerkung. Profil Nr. I hat in 6 Wellen eine Deckbreite von 720 mm, Profil Nr. II eine solche von 810 mm und Profil Nr. III eine Deckbreite von 900 mm — nach Abzug der Überdeckung. Alle 3 Profile können auch in 7 Wellen geliefert werden.

Die Preisangaben sind vom Juli 1878.*

---

* Da die Preise stets Schwankungen unterworfen sind, so hielten wir die Aufführung der jetzigen Preise für zwecklos. Man mufs sich bei der Aufstellung von Kostenanschlägen doch bei den betreffenden Hüttenwerken erkundigen. D. Verf.

Tabelle Nr. 100.

Tragfähigkeit, Gewicht und Dimensionen von Patent-Träger-Wellblech

(von Hein, Lehmann & Co. in Berlin).

(Belastungen in Kilogramm bei 750 kg pro Quadratcentimeter Maximalspannung; Preise in Mark pro Quadratmeter Grundfläche, nach dem Preiscourant vom Februar 1878.)

Nr.	*G*	*W*	*w*	*h*	*b*	*d*	*B*	*L*	Frei tragende Länge in Metern						Preis pro Quadratmeter in Mark			
									1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,2	excl. Überdeckung		incl. Überdeckung	
									Zulässige gleichförmig verteilte Belastung pro Quadratmeter in Kilogramm.						gestrichen.	verzinkt.	gestrichen.	verzinkt.
1	13	20,4	1,56	50	90	1,0	0,60	3,5	1224	544	306	196	136	120	7,5	10,5	7,88	11,03
2	15	27,2	1,81	60	90	1,0	0,55	3,5	1632	725	408	261	181	159	8,0	11,5	8,40	12,08
3	30	54,0	1,80	60	90	2,0	0,55	3,5	3240	1440	810	518	360	317	12,0	16,5	12,60	17,33
4	45	79,2	1,76	60	90	3,0	0,55	3,5	4752	2113	1188	760	528	465	17,0		17,85	
5	60	104,1	1,74	60	90	4,0	0,55	3,5	6246	2776	1562	999	694	611	21,0		22,05	
6	75	128,5	1,71	60	90	5,0	0,55	3,5	7710	3427	1928	1234	857	754	27,0		28,35	
7	16	34,8	2,18	70	90	1,0	0,55	3,5	2088	928	522	334	232	204	8,5	12,0	8,93	12,60
7a	24	52,2	2,18	70	90	1,5	0,55	3,5	3132	1392	783	501	348	306	10,5	15,0	11,03	15,75
8	32	68,9	2,15	70	90	2,0	0,55	3,5	4134	1837	1034	661	459	403	13,0	17,5	13,65	18,38
8a	17	40,0	2,35	80	100	1,0	0,45	3,5	2400	1067	600	384	267	235	8,75	12,25	9,19	12,86
8b	25,5	60,4	2,37	80	100	1,5	0,45	3,5	3624	1611	906	580	403	355	10,75	15,25	11,29	16,01
8c	18,5	49,0	2,65	80	100	1,0	0,40	3,5	2940	1307	735	470	327	288	9,25	12,75	9,71	13,39
9	34,0	80,0	2,38	80	100	2,0	0,45	3,5	4800	2133	1200	768	533	469	13,5	18,0	14,18	18,90
10	51,0	118,6	2,33	80	100	3,0	0,65	2,0	7116	3163	1779	1139	791	696	20,0		21,00	
11	68,0	156,5	2,30	80	100	4,0	1,15	1,4	9390						25,0		26,25	
12	85,0	193,6	2,28	80	100	5,0	1,15	1,2	11616						30,0		31,50	
13	61,0	171	2,80	100	100	3,0	0,65	2,0	10260	4560	2565				25,0		26,25	
14	81,0	225,8	2,79	100	100	4,0	0,95	1,4	13548						30,0		31,50	

Walzeiserne und andere Träger verschiedener Profile.

Nachdem der Gebrauch und die Berechnung der I Träger des Weiteren besprochen, sollen auch einige andere Profile, welche im Hochbau häufig vorkommen, dargestellt werden.

Die Berechnung der Tragfähigkeit der in nachstehender Tabelle angegebenen Profile geschieht in gleicher Weise, wie bei den I Trägern.

Das Profil Nr. 1 kommt hauptsächlich nur bei hölzernen Trägern zur Anwendung, Nr. 4 ist das Profil eines Blechträgers, die anderen Profile lassen sich sowohl aus Schmiedeeisen als auch aus Gufseisen herstellen, jedoch sind diese Profilformen für letzteres nicht günstig, da bei denselben die neutrale Faser in der Mitte der Höhe liegt, die Zugfestigkeit des Gufseisens aber viel geringer ist als die Druckfestigkeit desselben.

Tabelle Nr. 101.

Trägheitsmomente (J) und Widerstandsmomente $\frac{J}{a}$ der wichtigsten Querschnittsformen.

Querschnittsformen, welche symmetrisch zur neutralen Achse sind.

Nr.	Form des Querschnitts.	Trägheitsmoment $J =$	Widerstandsmoment $\frac{J}{a} =$
1	b, h	$\frac{1}{12} bh^3$ Wird das Trägheitsmoment auf eine der kurzen Seiten des Querschnitts bezogen, so ist $J = \frac{1}{3} bh^2$	$\frac{1}{6} bh^2$
2	h_1, h	$\frac{1}{12} b(h^3 - h_1{}^3)$	$\frac{b(h^3 - h_1{}^3)}{6h}$
3	B, b/2, h, H; B, b, h, H	$\frac{1}{12}(BH^3 - bh^3)$	$\frac{(BH^3 - bh^3)}{6H}$

Nr.	Form des Querschnitts.	Trägheitsmoment $J =$	Widerstandsmoment $\frac{J}{a} =$
4		$\frac{1}{12}[BH^3-(B-B_1)H_1^3 - (B_1-b)h^3 - (b-b_1)h_1^3]$	$\frac{2J}{H}$
5		$\frac{1}{12}(BH+bh^3)$	$\frac{(BH^3+bh^3)}{6H}$
6		$\frac{\pi D^4}{64} = \frac{\pi r^4}{4}$	$\frac{\pi D^3}{32} = \frac{\pi r^3}{4}$
7		$\frac{\pi}{4}(R^4-r^4)$	$\frac{\pi}{4R}(R^4-r^4)$

(Wenn ein mit beiden Enden aufliegender Träger durch seine Belastung gebogen wird, so werden die über der neutralen Achse liegenden Längenfasern zusammengedrückt, also verkürzt, die unter derselben liegenden aber verlängert, also auf Zug in Anspruch genommen. Die neutrale Achse, deren Querschnitt eine horizontale Linie ist, welche durch den Schwerpunkt des Trägerprofils geht, wird weder verlängert noch verkürzt.)

Der Sicherheitskoefficient für Walzeisen und Holz ist früher schon angegeben, für Eisenblech ist derselbe zu 730 kg, für Gufseisen zu 250 kg pro Quadratcentimeter, also zu 7,3 resp. 2,5 pro Quadratmillimeter anzunehmen, wobei die Sicherheit ungefähr eine fünffache ist.

Die wirkliche Festigkeit des Eisens, besonders des Gufseisens gegen Zug und Druck ist freilich eine sehr verschiedene, doch bietet die Anwendung obiger Koefficienten genügende Sicherheit.

Für solche Trägerprofile, welche nicht symmetrisch zur neutralen Achse sind, wie z. B. T und L Träger, ist es nötig, die Lage der neutralen Achse (die horizontale Linie, welche durch den Schwerpunkt geht) zu ermitteln. Dies geschieht für folgende Fig. 70 durch die Formel:

$$a_s = \frac{1}{2}\frac{Bh^2 + bH_1^2 + 2BH_1h}{Bh + bH_1}$$

und es ist $a_{\overline{s}}$ dann die Entfernung der neutralen Achse von der Oberkante des Profils; ferner ist

$$a_{\overline{p}} = H - a_{\overline{s}}$$

also $a_{\overline{p}}$ die Entfernung der neutralen Achse von der Unterkante des Profils.

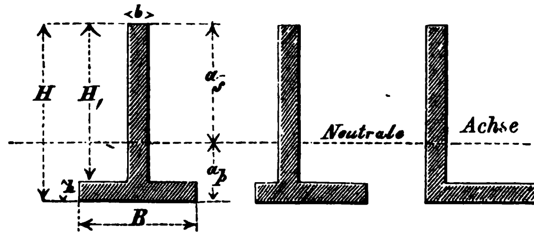


Fig. 70.

Es ist dann das Trägheitsmoment

$$J = {}^1/_3 (b a_{\overline{s}}^3 + B a^3_{\overline{p}} - (B - b) \cdot (a_{\overline{p}} - h)^3$$

und das Widerstandsmoment

$$\frac{J}{a} = \frac{J}{a_{\overline{s}}} \text{ oder } \frac{J}{a_{\overline{p}}}.$$

Um zu ermitteln, ob $\frac{J}{a_{\overline{s}}}$ oder $\frac{J}{a_{\overline{p}}}$ als Widerstandsmoment in Rechnung zu ziehen sei, mufs jeder dieser Werte mit der zulässigen Druck- oder Zugspannung multipliziert werden, und es ist dasjenige Widerstandsmoment zu wählen, welches mit der betreffenden Zug- oder Druckspannung multipliziert den kleinsten Wert ergibt.

Besteht z. B. ein auf beiden Enden unterstützter ⊥ Träger aus Gufseisen, so wird, da der untere Teil $a_{\overline{p}}$ auf Zug, der obere Teil $a_{\overline{s}}$ auf Druck beansprucht wird, die zulässige Druckspannung aber pro Quadratcentimeter 500 kg, die zulässige Zugspannung pro Quadratcentimeter 250 kg beträgt:

$$\frac{J}{a_{\overline{s}}} \cdot 250 \text{ zu vergleichen sein mit } \frac{J}{a_{\overline{p}}} \cdot 500.$$

Ist nun $\frac{J}{a_s} \cdot 250$ weniger als $\frac{J}{a_p} \cdot 500$, so ist $\frac{J}{a_s}$ das Widerstandsmoment, im entgegengesetzten Fall aber $\frac{J}{a_p}$.

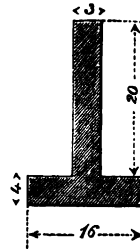


Fig. 71.

Beispiel: Ein gufseiserner, mit beiden Enden frei aufliegender ⊥ Träger von 4 m freier Länge habe die in nebenstehender Fig. 71 angegebenen Querschnittsdimensionen.

Wieviel trägt derselbe mit Sicherheit, wenn die Last gleichmäfsig verteilt ist?

Auflösung: Nach obiger Formel ist

$$a_s = {}^1/_2 \frac{16 \cdot 4^2 + 3 \cdot 20^2 + 2 \cdot 16 \cdot 20 \cdot 4}{16 \cdot 4 + 3 \cdot 20},$$

woraus sich ergibt, dafs $a_s = 16{,}5$ cm und also

$$a_p = 24 - 16{,}5 = 7{,}5 \text{ cm},$$

$$J = {}^1/_3 \cdot (3 \cdot 16{,}5^3 + 16 \cdot 7{,}5^3 - (16 - 3) \cdot (7{,}5 - 4)^3,$$

$$J = {}^1/_3 \cdot 3 \cdot 4492{,}125 + 16 \cdot 421{,}875 - 13 \cdot 42{,}875,$$

$$J = 6556,$$

$$\frac{J}{a_s} = \frac{6556}{16{,}5} = 396{,}7,$$

$$\frac{J}{a_p} = \frac{6556}{7{,}5} = 874{,}1.$$

Um nun zu ermitteln, ob $\frac{J}{a_s}$ oder $\frac{J}{a_p}$ als Widerstandsmoment in Rechnung zu ziehen sei, mufs ersteres, welches den gedrückten Teil des Trägers bezeichnet, mit der zulässigen Druckspannung des Gufseisens, also da die Mafse in Centimetern eingeführt sind, mit 500 kg multipliziert werden, letzteres dagegen, welches den auf Zug beanspruchten Teil angibt, mit dem Zugkoefficienten des Gufseisens, also 250 kg.

Es ergibt: $396{,}7 \times 500 = 198350$,
$874{,}1 \times 250 = 218525$.

Da das erste Produkt das kleinere ist, so ist also das Widerstandsmoment $\frac{J}{\frac{a}{s}} = 396{,}7$ und der Sicherheitskoefficient 500 in Rechnung zu ziehen.

Die Formel zur Berechnung der Last P, welche dieser Träger bei gleichmäfsiger Verteilung derselben tragen kann:

$$P = 8k \cdot \frac{W}{l} \text{ oder } 8k \cdot \frac{\frac{J}{\frac{a}{s}}}{l}$$

ist also in Zahlen ausgedrückt

$$P = 8 \cdot 500 \cdot \frac{396{,}7}{400} = 3967 \text{ kg.}$$

Es ist zu beachten, dafs bei solchen Trägern, welche mit einem Ende fest eingespannt sind, deren anderes Ende aber ohne Unterstützung bleibt (z. B. bei Trägern unter einem Balkon), die über der neutralen Achse liegenden Fasern auf Zug, die unter derselben liegenden aber auf Druck beansprucht werden, die Inanspruchnahme der Fasern also gerade entgegengesetzt ist derjenigen der auf beiden Enden unterstützten Träger.

Nach Obigem ist es einleuchtend, dafs das günstigste Trägerprofil dasjenige sein wird, bei welchem die gedrückten und die auf Zug beanspruchten Fasern zu gleicher Zeit die Elasticitätsgrenze erreichen, also bei welchem auch $\frac{J}{\frac{a}{s}}$ multipliziert mit dem Druckkoefficienten gleich $\frac{J}{\frac{a}{p}}$ multipliziert mit dem Zugkoefficienten ist.

In nachstehender Tabelle sind einige Profilverhältnisse und Widerstandsmomente gufseiserner ⊥ Träger angegeben, bei welchen der Widerstand gegen Zug und Druck gleich grofs ist. Es ist die Dicke des lotrechten Steges mit b, die ganze Trägerhöhe mit H, die Breite des horizontalen Steges mit B und die Dicke desselben mit h bezeichnet. Die Entfernung der neutralen Achse von der Oberkante, also der am meisten gedrückten Faser, ist durch a bezeichnet.

Tabelle Nr. 102.

Widerstandsmomente gufseiserner T Träger.

Nr.	H	B	h	a	Widerstandsmoment.
1	12b	15,4b	b	9b	$57{,}15b^3$
2	16b	19,3b	b	12b	$102{,}87b^3$
3	12b	8b	b	8b	$34{,}8b^3$
4	15b	9,3b	b	10b	$54{,}37b^3$
5	16b	11,66b	2b	12b	$99{,}5b^3$
6	16b	9,5b	3b	12b	$87b^3$
7	12b	5,2b	2b	8b	$33{,}8b^3$
8	15b	5,7b	2b	10b	$52{,}83b^3$
9	15b	4,6b	3b	10b	$52{,}5b^3$
10	12b	6b	1,7b	8b	$36{,}85b^3$

Es ist gleichgültig, ob die lotrechte Rippe in der Mitte der Horizontalrippe steht oder mehr seitwärts oder ganz an der Kante derselben, wodurch die L Form entsteht. Ebenfalls kann dieselbe aus zwei lotrechten Rippen bestehen, welche jede eine Dicke von $\frac{b}{2}$ hat, wodurch die ⊔ oder ⊥⊥ Form entsteht.

Beispiel I: Wieviel trägt ein gufseiserner T Träger von 3 m freier Länge, welcher mit beiden Enden aufliegt, wenn die Last in der Mitte desselben wirkt?

Das Profil habe die unter Nr. 6 obiger Tabelle angegebenen Verhältnisse und b sei gleich 2 cm.

(Es würde also die Trägerhöhe $H = 16 \times 2 = 32$ cm, die horizontale Stegbreite $B = 9{,}5 \times 2 = 19$ cm, $h = 3 \times 2 = 6$ cm.)

Auflösung: Das Widerstandsmoment beträgt nach der Tabelle $87b^3$, also in Zahlen ausgedrückt $87 \times 2^3 = 696$.

Es würde die Formel $P = 4k \cdot \frac{W}{l}$ zur Anwendung kommen, also nach Einsetzung der Zahlenwerte: $P = 4 \cdot 500 \cdot \frac{696}{300}$, woraus sich ergibt $P = 4640$ kg.

Beispiel II: Ein Balkon ist durch zwei ⊥ Träger, deren Profil die Verhältnisse Nr. 3 haben, zu unterstützen. Die Träger, welche in der Mauer fest eingespannt sind, haben eine freie Länge von 1,5 m. Auf jeden kommt eine gleichmäfsig verteilte Last von 1000 kg; wie stark ist der Träger zu machen?

Auflösung: Da bei Trägern, welche mit einem Ende fest eingespannt sind, die unter der neutralen Achse liegenden Fasern auf Druck, die über derselben liegenden aber auf Zug in Anspruch genommen werden, also umgekehrt wie bei Trägern, die mit beiden Enden aufliegen, so mufs im vorliegenden Falle die horizontale Rippe nach oben gelegt werden, dafs also die T Form entsteht, um die gröfste Tragfähigkeit zu erzielen und gleiche Widerstandsfähigkeit der gedrückten und gezogenen Fasern zu haben.

Die anzuwendende Formel heifst:

$$P = 2\,k \cdot \frac{W}{l}$$

und nach Einsetzung der bekannten Zahlenwerte

$$1000 = 2 \cdot 500 \cdot \frac{34{,}8\,b^3}{150},$$ woraus sich ergibt, dafs

$$b^3 = \frac{150000}{34800}$$ und

$$b = \sqrt[3]{\frac{150000}{34800}} = 1{,}6 \text{ cm ist.}$$

Es ist ferner die ganze Trägerhöhe

$$H = 12b = 12 \cdot 1{,}6 = 19{,}2 \text{ cm},$$

die horizontale Stegbreite

$$B = 8b = 8 \cdot 1{,}6 = 12{,}8 \text{ cm},$$

die Dicke des horizontalen Steges

$$h = b = 1{,}6 \text{ cm}.$$

Es ist hierbei bis jetzt das Eigengewicht des Trägers aufser Betracht gelassen, dasselbe beträgt aber nur

$$[(0{,}182 + 0{,}128) \cdot 0{,}016] \cdot 7200 \text{ kg} = 13{,}568 \text{ kg},$$

kann also seiner Geringfügigkeit wegen unberücksichtigt bleiben.

Der Cementkonkretbau.

Seit mehreren Jahren hat man, von der herkömmlichen Bauart abweichend, vielfache Versuche gemacht, die Mauern und Gewölbe, ja auch die Dächer, Treppen, Decken und Fufsböden aus Cementkonkret herzustellen, und es sind diese Versuche, wo man mit Sorgfalt und Sachkenntnis zu Werke ging, auch gröfstenteils zufriedenstellend ausgefallen.

Der Hauptvorteil der Mauern, Gewölbe u. s. w. aus Cementkonkret, gegenüber den aus Ziegeln hergestellten, ist die an einzelnen Orten, wo Ziegel teuer, Sand und Cement aber billig sind, ziemlich bedeutende Kostenersparnis ersterer, welche hauptsächlich dadurch erzielt wird, dafs dieselben schwächer konstruiert werden, als Ziegelmauern, Ziegelgewölbe u. s. w. Man könnte freilich mit gleichem Rechte die Ziegelmauern ebenso schwach anlegen, als man die Konkretmauern zu machen beliebt, weil die Druckfestigkeit eines mittelguten Ziegelmauerwerks der des gewöhnlich verwendeten Konkretmauerwerks nicht nur nicht nachsteht, sondern dieselbe meist noch übertrifft.

Als Umfassungsmauern für Wohngebäude halten wir die Konkretmauern für durchaus verwerflich, weil sie infolge des äufseren Cementverputzes, den sie erfordern, für die Luft ganz oder fast ganz undurchlässig sind, und daher ungesunde Wohnräume ergeben. Für Fundament- und Kellermauern, sowie Umfassungsmauern für Scheunen und sonstigen untergeordneten Gebäuden, Keller- und Stalldecken ist die Verwendung von Konkret jedoch oft recht vorteilhaft.

Es soll deshalb in Nachstehendem das Verfahren bei der Herstellung der einzelnen Bauteile aus Cementkonkret kurz dargestellt werden.

Die Bestandteile des Cementkonkrets und die Herstellungsweise der verschiedenen Bauteile aus demselben.

a. Mauern.

Die Bestandteile, sowie das Mischungsverhältnis des zu Mauern bestimmten Konkrets sind bisher sehr verschiedenartig gewählt, ohne dafs bis jetzt auch nur annähernd zuverlässige Vergleiche der Festigkeit der verschiedenen Konkrete aufgestellt worden sind. Es mufs deshalb weiteren Versuchen und Untersuchungen vorbehalten bleiben, diejenigen Mischungsverhältnisse und diejenigen Bestandteile zu ermitteln, welche bei möglichster Billigkeit die festesten Konkrete ergeben.

Wir müssen uns deshalb darauf beschränken, verschiedene bewährte Mischungsarten anzugeben, ohne im Stande zu sein, eine als die beste empfehlen zu können.

Bei den in Victoriastadt bei Berlin ausgeführten Konkretbauten ist das Mischungsverhältnis:

2 Raumteile Portland-Cement,
3 » Sand,
15 » Steinkohlenasche

angewendet worden und es sind noch zur weiteren Ersparnis schichtweise Sandstein- und Kalksteinstücke als Packung in die Mauern eingestampft.

Die Umfassungsmauern für dreigeschossige Gebäude haben von unten bis oben eine gleichmäfsige Stärke von 0,25 m, welche sich als ausreichend ergeben hat. Sämtliche Mittel- und Scheidemauern sind nur 0,20 m stark.

Ein anderes bewährtes Mischungsverhältnis ist:

1 Raumteil Portland-Cement,
3 » Sand,
6 » Bruchsteinstücke,

wobei statt der Bruch(Sand-)steinstücke auch sonstige natürliche Steinbrocken sowie auch zerschlagene hartgebrannte Ziegel oder aschfreie Kohlenschlacken verwendet werden können.

Um ein gutes Resultat zu erzielen, ist es nötig, guten Portland-Cement und reinen scharfen Sand zu verwenden. Die Steinbrocken dürfen eine Gröfse bis zu etwa 3 cm Durchmesser haben, dieselben müssen rauhe Oberflächen haben, rein gewaschen und stark angenäfst sein.

Bei Anwendung von Kohlenschlacken und Kies sollen diese Materialien asch-, resp. staubfrei, aber trocken sein.

Andere Mischungsverhältnisse sind:

1 Raumteil Portland-Cement,
7 » zerkleinerte Kohlenschlacke,
keine Packung.

1 Raumteil Portland-Bement,
7 » feingesiebte Schlacken,
4 » gröbere Schlacken als Packung.

1 Raumteil Portland-Cement,
7 » Kies,
keine Packung.

1 Raumteil Portland-Cement,
7 » Sand,
$3^1/_2$ » Ziegelstücke als Packung.

Die Mischung geschieht im trockenen Zustande auf einem Bretterboden und wird, nachdem dieselbe gehörig mit Krücken und Rechen erfolgt ist, die Masse mittels einer Giefskanne mit Wasser besprengt und dann noch einmal gründlich durcharbeitet.

Zur Abmessung der einzelnen Bestandteile bedient man sich eines viereckigen Kastens ohne Boden und Deckel, welcher, wenn z. B. das oben angegebene Mischungsverhältnis gewünscht wird, einmal mit Cement, dreimal mit Sand und sechsmal mit Bruchsteinstücken gefüllt wird, welche Materialien dann sorgfältig durcheinander gemengt werden.

Sollen gröſsere Steinbrocken mit verwendet werden, so werden dieselben nicht gleich mit eingemengt, sondern beim Füllen der Mauerkästen schichtweise in den Mörtel eingedrückt.

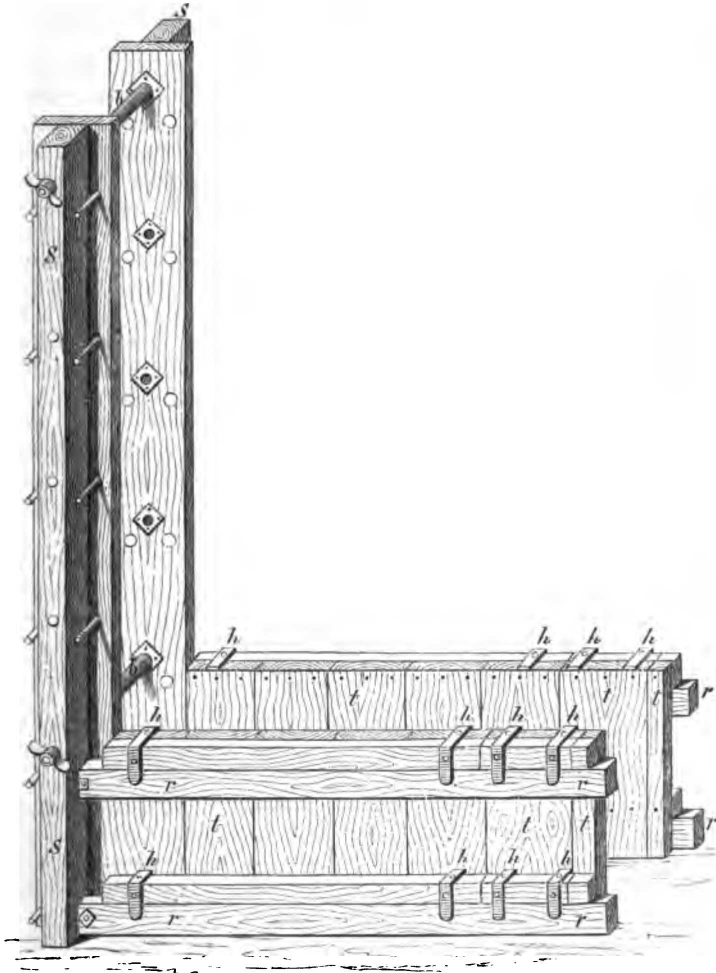


Fig. 72.

Die Mischung wird nur so viel begossen, daſs dieselbe einen ziemlich steifen Brei bildet.

Man darf nur so viel Konkret anmischen, als man gleich verbrauchen will, da der Konkret rasch abbindet.

Zur Herstellung der Mauern kann man sich derselben Einrichtungen bedienen, welche man beim Pisébau gebraucht.

Zweckmäfsiger sind jedoch die in Fig. 72 dargestellten Vorrichtungen.

S S sind lotrechte Ständer von etwa 8/10 cm Stärke, auf welche je ein Brett genagelt ist, welches an jeder Seite ca. 6 cm vorsteht.

Je zwei solcher Ständer werden einander in einer Entfernung, welche der Mauerdicke entspricht, gegenüber gestellt und durch Schraubenbolzen verbunden, welche durch eiserne Rohre *b b* gehen, deren Länge gleich der Mauerdicke ist, und welche zum Auseinanderhalten der Ständer dienen.

Zwischen zwei solchen Ständerpaaren befinden sich horizontale, aus Bohlenstreifen bestehende Riegel *r r*, welche auf jedem Ende ein Loch haben, womit sie auf einen in dem lotrechten Brett befindlichen Schraubenbolzen gesteckt und durch die Schraubenmutter befestigt werden.

t t sind bretterne Tafeln von etwa 0,50 m Höhe und verschiedenen Breiten, welche auf Bohlenstreifen genagelt sind. Diese Tafeln werden nun mit dem Bohlenstreifen auf den oberen Riegel gehängt und können beliebig auf demselben verschoben werden, da eiserne Haken *h h* als Führung dienen. Je nach der Länge der Mauer werden gröfsere und kleinere Tafeln verwendet.

Ist der Raum zwischen zwei Tafelwänden mit Konkret vollgestampft und letzterer einigermafsen erhärtet, so werden dieselben höher gebracht und der Raum zwischen denselben wieder vollgestampft u. s. f.

Die Ständer müssen natürlich genau ins Lot gebracht und verstrebt werden.

Reicht die Ständerlänge nicht für die Mauerhöhe aus, so werden auch diese höher gebracht und durch Zusammenschrauben an dem fertigen Mauerteil befestigt.

Die Thür- und Fensteröffnungen werden durch entsprechende Holzmodelle ausgespart. Da, wo Gesimse angebracht werden sollen, legt man eine Latte ein, nach deren späteren Herausnahme man Ziegel mit Cement in die hierdurch entstandene Vertiefung einsetzt, an welche das Gesims angeputzt wird.

Die Fundamente werden einfach dadurch hergestellt, dafs man die Fundamentgräben mit Konkret vollstampft.

An den Stellen, wo Spiegel oder Bilder hängen sollen, werden hölzerne Dübel eingestampft, deren Querschnitt ein Trapez ist, damit sie sich nicht herausziehen lassen; auch werden noch einige Drahtstifte lotrecht hindurchgeschlagen zur besseren Befestigung.

Zur Aussparung der Schornsteinröhren dienen cylindrische Hölzer, welche mit Öl und schwarzer Seife beschmiert werden, damit der Konkret nicht an ihnen hafte.

Die Façaden können nachträglich mit Cementmörtel verputzt werden.

b. Gewölbe.

Da die Ansprüche an die Festigkeit des Gewölbematerials gewöhnlich gröfser sind, als an die des Mauermaterials, so ist es zweckmäfsig, dem zu Gewölben bestimmten Konkret einen gröfseren Cementzusatz zu geben.

Ein bewährtes Mischungsverhältnis für zu Gewölben bestimmten Konkret ist

1 Raumteil Portland-Cement,
6 » Kies.

Ein ebenfalls mit Erfolg angewandtes Verhältnis ist dieses, wo zu einem Kubikmeter Gewölbe

140 Liter Portland-Cement,
840 » Kies,
220 » Steinbrocken,

in Summa 1200 Liter lose Masse verbraucht wurden.

Zu den Gewölben in Victoriastadt benutzte man

6 Raumteile Cement,
7 » Sand,
35 » Kohlenasche.

Zu verschiedenen Gewölben in Holzminden und Vorwohle wurde eine Mischung angewandt von

1 Raumteil losen Portland-Cement,
2 » Sand,
4 » Steinschlag bis zur Gröfse eines Taubeneies.*

Die Herstellung der Konkretgewölbe geschieht in folgender Weise: Nachdem der zu überdeckende Raum mit einer verschalten Rüstung in der Form eines Kappengewölbes mit etwa $^1/_{12}$ der Spannweite als Stichhöhe versehen ist, bringt man die steifbreiige Masse gleich in der ganzen Dicke streifenweise darauf, indem man an einer Stirnseite damit beginnt.

Ist das Zusatzmaterial Sand und Asche, so mufs der Konkret doppelt so hoch aufgebracht werden, als die gewünschte Gewölbestärke ist, da er sich durch das Feststampfen und Schlagen bis auf die Hälfte zusammenpressen läfst.

---

* Vgl. Liebold, „Der Zement“.

Benutzt man dagegen Sand und Steinbrocken, so beträgt die Zusammenpressung nur etwa $^1/_4$—$^1/_3$ der ursprünglichen Dicke.

Die Masse mufs so lange gerammt und später mit flachen Schlägeln geklopft werden, bis das Wasser durch die Schalung träufelt.

Die Widerlager sind nicht abzuschrägen wie bei gemauerten Gewölben, sondern es ist dem Gewölbe ein horizontales Auflager zu geben (Fig. 73). Die Ausrüstung erfolgt erst dann, wenn das Gewölbe vollständig erhärtet ist.

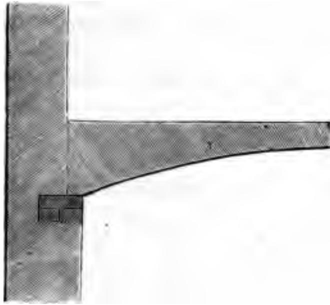


Fig. 73.

Jedes Gewölbe mufs ohne Unterbrechung fertig gemacht werden.

Es können auch andere Gewölbeformen, z. B. die der Kreuzgewölbe, ausgeführt werden; nur ist eine dichte Verschalung immer notwendig.

Es sind sogar ganz flache Decken aus Konkret ausgeführt worden.

Die Spannweite der Gewölbe kann erfahrungsgemäfs bis 4 m, vielleicht auch mehr betragen bei einer Gewölbestärke von 10 — 15 cm im Scheitel.

c. Dächer.

Bei den Gebäuden in Victoriastadt und auch anderswo sind auch die Dächer aus Cementkonkret gebildet und zwar in der Weise, dafs das obere Geschofs ebenso wie die unteren mit flachen Gewölben überdeckt und diese oben mit geringem Gefälle abgeglichen sind.

Die Dachoberfläche erhält dann einen Abputz von Cementmörtel, bestehend aus 1 Teil Cement und 1 Teil Sand.

Aufserdem kann noch ein Überzug aus heifsem Steinkohlenteer, dem die doppelte Quantität Cement beigemischt ist, aufgebracht werden.

Eine Hauptsache ist, dafs sie sorgfältig hergestellt werden und während des Erhärtens durch Überstreuen einer feucht zu erhaltenden Sandschicht den Sonnenstrahlen entzogen werden.

Überhaupt ist es zweckmäfsig, derartige Arbeiten nicht in der heifsen Sommerzeit, aber auch nicht zu kurz vor dem Eintreten des Frostes auszuführen, da sie durch die Hitze spröde und rissig werden und der Frost sie vollständig zerstört, wenn sie noch nicht völlig erhärtet sind.

d. Treppen.

Zu den Treppen kann man dieselben Mischungsverhältnisse anwenden, welche für die Gewölbe angegeben sind.

Die Unterfläche eines Treppenarmes ist entweder ein flacher Bogen oder auch ganz gerade. Für Treppenarme von einigermafsen bedeutender Länge halten wir eine Unterstützung der frei liegenden Wange durch ⌊ Träger, wie wir solche im III. Teil unserer „Konstruktionen des Hochbaues" eingehend beschrieben haben, für unbedingt notwendig. Um die Form zum Einstampfen des Konkrets zu bilden, wird für die Unterfläche eine Schalung hergestellt und seitlich eine nach der Form der Treppenstufen ausgeschnittene

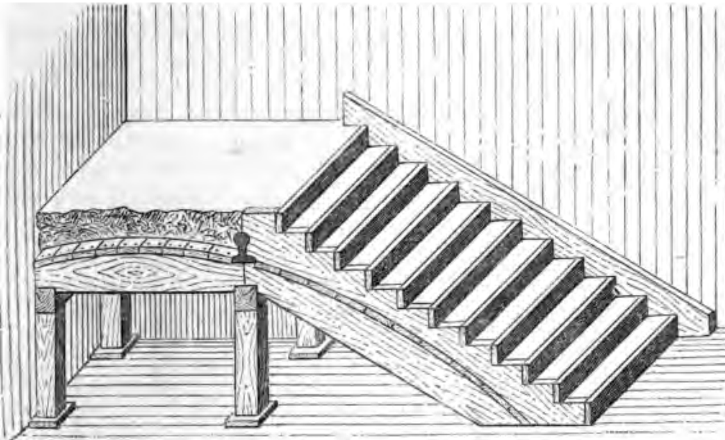


Fig. 74.

Bohle befestigt; ferner an die Vorderkante der Futterstufen Bretter genagelt (Fig. 74), welche an den Enden, wo sie an die Treppenhausmauer stofsen, durch eine ähnlich ausgeschnittene Bohle gehalten werden.

Sollen die Stufen hölzerne Trittbretter erhalten, so werden in jede Stufe 2 Dübel eingestampft.

Die Stufen können jedoch auch einen Abputz von Cementmörtel erhalten, welcher aber den Nachteil hat, dafs er leicht glatt wird.

Benutzt man dagegen Sand und Steinbrocken, so beträgt die Zusammenpressung nur etwa $^1/_4$—$^1/_3$ der ursprünglichen Dicke.

Die Masse mufs so lange gerammt und später mit flachen Schlägeln geklopft werden, bis das Wasser durch die Schalung träufelt.

Die Widerlager sind nicht abzuschrägen wie bei gemauerten Gewölben, sondern es ist dem Gewölbe ein horizontales Auflager zu geben (Fig. 73). Die Ausrüstung erfolgt erst dann, wenn das Gewölbe vollständig erhärtet ist.

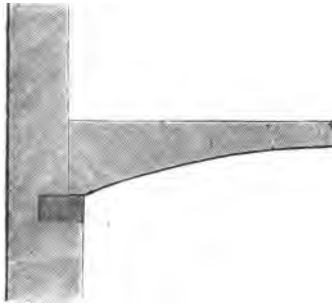


Fig. 73.

Jedes Gewölbe mufs ohne Unterbrechung fertig gemacht werden.

Es können auch andere Gewölbeformen, z. B. die der Kreuzgewölbe, ausgeführt werden; nur ist eine dichte Verschalung immer notwendig.

Es sind sogar ganz flache Decken aus Konkret ausgeführt worden.

Die Spannweite der Gewölbe kann erfahrungsgemäfs bis 4 m, vielleicht auch mehr betragen bei einer Gewölbestärke von 10 — 15 cm im Scheitel.

c. Dächer.

Bei den Gebäuden in Victoriastadt und auch anderswo sind auch die Dächer aus Cementkonkret gebildet und zwar in der Weise, dafs das obere Geschofs ebenso wie die unteren mit flachen Gewölben überdeckt und diese oben mit geringem Gefälle abgeglichen sind.

Die Dachoberfläche erhält dann einen Abputz von Cementmörtel, bestehend aus 1 Teil Cement und 1 Teil Sand.

Aufserdem kann noch ein Überzug aus heifsem Steinkohlenteer, dem die doppelte Quantität Cement beigemischt ist, aufgebracht werden.

Eine Hauptsache ist, dafs sie sorgfältig hergestellt werden und während des Erhärtens durch Überstreuen einer feucht zu erhaltenden Sandschicht den Sonnenstrahlen entzogen werden.

Überhaupt ist es zweckmäfsig, derartige Arbeiten nicht in der heifsen Sommerzeit, aber auch nicht zu kurz vor dem Eintreten des Frostes auszuführen, da sie durch die Hitze spröde und rissig werden und der Frost sie vollständig zerstört, wenn sie noch nicht völlig erhärtet sind.

d. Treppen.

Zu den Treppen kann man dieselben Mischungsverhältnisse anwenden, welche für die Gewölbe angegeben sind.

Die Unterfläche eines Treppenarmes ist entweder ein flacher Bogen oder auch ganz gerade. Für Treppenarme von einigermafsen bedeutender Länge halten wir eine Unterstützung der frei liegenden Wange durch ⌊ Träger, wie wir solche im III. Teil unserer „Konstruktionen des Hochbaues" eingehend beschrieben haben, für unbedingt notwendig. Um die Form zum Einstampfen des Konkrets zu bilden, wird für die Unterfläche eine Schalung hergestellt und seitlich eine nach der Form der Treppenstufen ausgeschnittene

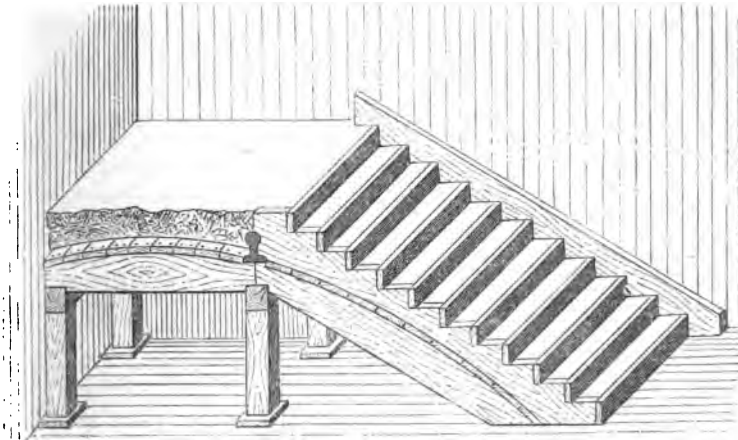


Fig. 74.

Bohle befestigt; ferner an die Vorderkante der Futterstufen Bretter genagelt (Fig. 74), welche an den Enden, wo sie an die Treppenhausmauer stofsen, durch eine ähnlich ausgeschnittene Bohle gehalten werden.

Sollen die Stufen hölzerne Trittbretter erhalten, so werden in jede Stufe 2 Dübel eingestampft.

Die Stufen können jedoch auch einen Abputz von Cementmörtel erhalten, welcher aber den Nachteil hat, dafs er leicht glatt wird.

Die Treppenarme können sich entweder gegen eiserne Träger oder gegen Mauern legen, ebenso Podeste.

Die Cementkonkret-Fuſsböden sind schon früher besprochen.

Für alle Cementarbeiten ist noch zu beachten, daſs das Wasser, welches zu denselben gebraucht wird, durchaus rein sein muſs, ebenso alle Steinbrocken und der Sand staubfrei sein müssen.

e. Decken.

Der Cementkonkret läſst sich auch mit Vorteil zur Ausfüllung der Balkenzwischenräume und als Ersatz eines auf die Balkenlage gestreckten Windelbodens verwenden, wie sie über Stallungen gebräuchlich sind. Auch hier ist eine später wegzunehmende Unter-

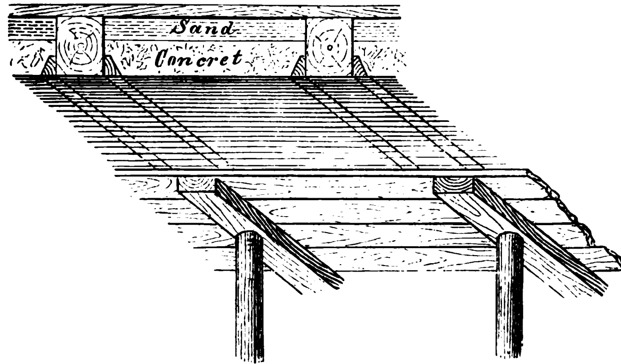


Fig. 75.



Fig. 76.

Cement-Fuſsboden.

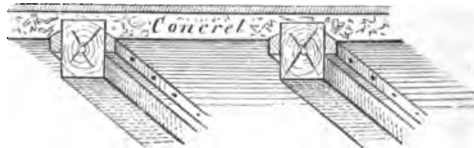


Fig. 77.

Cement-Fufsboden.

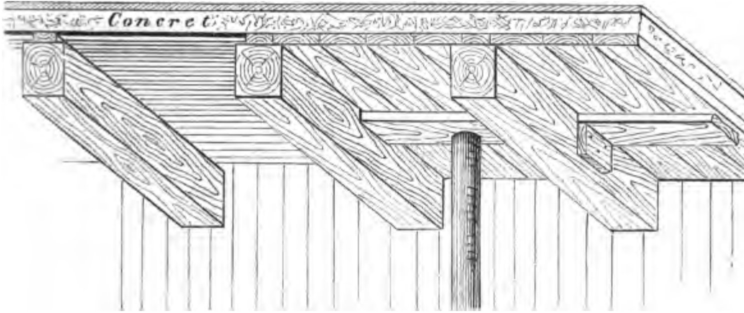


Fig. 78.

schalung anzubringen und ist die verschiedene Verwendung des Konkrets aus den Fig. 75 — 78 ersichtlich. Die Dicke der Konkretdecke beträgt 7 — 8 cm. Soll er als Fufsboden dienen, so erhält er einen Abputz von Cementmörtel, bestehend aus 1 Teil Cement und 2 Teilen Sand.

Ebenfalls läfst sich eine Wölbung zwischen Eisenträgern vorteilhaft aus Konkret bilden (Fig. 79 und 80).

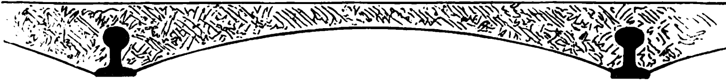


Fig. 79.



Fig. 80.

Fabrikschornsteine.

Die innere Weite eines Schornsteins ist abhängig von der Art und der Menge des Feuerungsmaterials, dessen Verbrennungsprodukte derselbe abführen soll, und es wird die Höhe, sowie die lichte Weite desselben gewöhnlich von der Fabrik, welche die Kessel und Maschinenanlage liefert, bestimmt.

Freilich bestehen noch sehr verschiedene Meinungen darüber, ob der Schornstein nach oben enger oder weiter werden soll, oder ob er überall gleich weit anzulegen sei.

Verfasser hat, allerdings nur ziemlich oberflächliche, Beobachtungen bei von ihm selbst und anderen ausgeführten Schornsteinen aller drei Gattungen angestellt, und gefunden, dafs der Zug in allen diesen Schornsteinen mehr als ausreichend war; es dürfte die Lösung der Frage, ob ein Schornstein oben enger oder weiter als unten sein mufs, oder ob er überall eine gleiche Weite haben soll, wenigstens keine dringende Aufgabe sein.

Ohne Zweifel ist jedoch ein gewisser Minimalquerschnitt zu berechnen, welcher eben nötig ist, um die Verbrennungsprodukte abführen zu können. Hierzu diene nachstehende Tabelle:

Nr. 103.

Rostfläche in Quadratmetern.	Schornsteinhöhe in Metern.	Untere Schornsteinweite bei quadratischem Querschnitt.	Untere Schornsteinweite bei kreisrundem Querschnitt.
0,492	9,416	0,314	0,353
0,985	18,831	0,366	0,411
1,970	23,225	0,471	0,529
2,955	29,188	0,602	0,680
3,940	32,954	0,680	0,764
4,925	36,093	0,811	0,915
5,910	39,231	0,915	1,033
6,895	41,428	0,942	1,095
7,881	42,841	0,994	1,125
8,865	44,331	1,046	1,183
9,850	45,979	1,072	1,216

Eine andere Formel für runde Schornsteine ist folgende: Die Querschnittsfläche der oberen Schornsteinmündung ist $= \frac{1}{4}$ der Rostfläche; nennt man den Durchmesser der Schornsteinmündung d, die Schornsteinhöhe h, so ist der untere innere Durchmesser des Schornsteins: $D = d + 0{,}013\, h$.

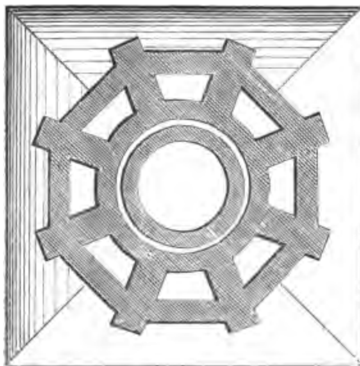


Fig. 81.

Die Querschnittsform der Schornsteine kann kreisrund, quadratisch oder beliebig vieleckig sein. Runde Schornsteine erfordern die geringsten Wandstärken, weil sie dem Winddruck die geringste Angriffsfläche bieten.

Dieselben können am oberen Ende auf 3 m Höhe eine Wandstärke von $\frac{1}{2}$ Stein erhalten,

welche alle drei Meter nach unten zu um $2^1/_2$ cm zunimmt. Die Mauern werden dann aus Formsteinen gebildet. Der untere Teil wird oft viereckig oder achteckig mit lotrechten Mauern gebildet. Dieser Teil mufs so dick sein, dafs die Böschungslinie des oberen Teils bei ihrer Verlängerung nach unten nicht aus dem Mauerwerk des Unterbaues hinaustritt.

Viereckige oder vieleckige Schornsteine erhalten eine obere Wandstärke von 1 Stein und alle 4—5 m eine Verstärkung von $^1/_2$ Stein. Für den Unterbau gilt dasselbe, was für die runden Schornsteine gesagt wurde. Der Fuchs mufs 0,60—0,70 m über dem inneren Schornsteinboden in den Schornstein einmünden, damit sich Rufs und Flugasche ansammeln kann, ohne den Fuchs zu verstopfen. Die obere Abdeckung des Schornsteins ist zweckmäfsig durch gröfsere Sandsteinplatten, welche nach aufsen abgeschrägt sind, oder durch eine gufseiserne Ringplatte herzustellen.

Eine besondere Konstruktion der Schornsteine ist die in den Fig. 81 und 82 dargestellte, bei welcher die Schornsteinmauern Hohlräume erhalten. Der Schornstein ist achteckig oder rund, nach unten massiv viereckig oder achteckig oder ebenfalls rund, während der obere Teil doppelte, $^1/_2$ Stein starke Wan-

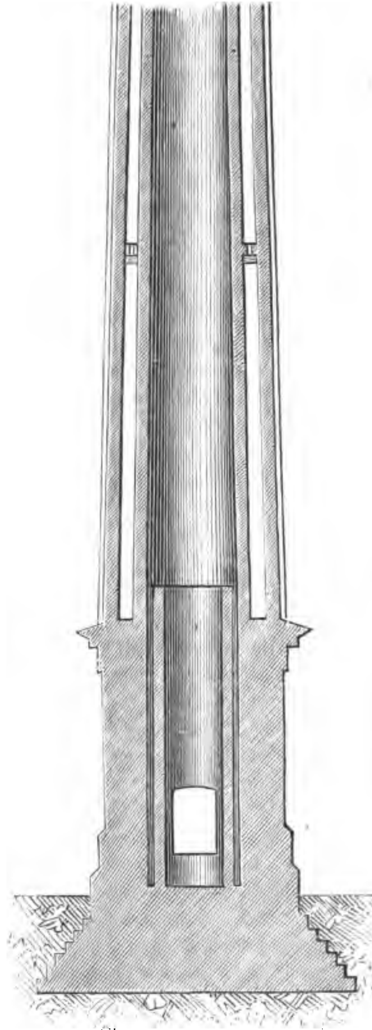


Fig. 82.

dungen w hat, welche durch 1 Stein starke Rippen unter einander verbunden sind; es kann jedoch auch der untere Teil ebenso wie der obere ausgeführt werden. Zwischen den Rippen befinden sich in Höhen von etwa 4 m konische Kappengewölbe, welche aber Öffnungen haben zur Verbindung der eingeschlossenen Lufträume.

Der Vorteil dieser Schornsteine gegenüber den mit ganz massiven Mauern besteht darin, dafs die dünnen inneren Wandungen desselben Raum zur Ausdehnung durch die Wärme haben, während bei ganz massivem Schornstein oft Risse dadurch entstehen, dafs die Mauern innen erwärmt sind und sich ausdehnen, nach aufsen aber kalt sind und deshalb sich nicht gleichmäfsig mit ausdehnen können.

Obgleich die mit hohlen Mauern konstruierten Schornsteine vielleicht etwas weniger Material erfordern mögen, kommen sie doch nicht billiger zu stehen, als die mit massiven Mauern, da sie mehr Arbeitslohn erfordern.

Bei bedeutender Höhe derselben müssen die Mauern im unteren Teile 1 Stein stark gemacht werden.

Um die gröfsere Hitze im unteren Teile des Schornsteins für die Mauern weniger schädlich zu machen, ist es zweckmäfsig, im Inneren des Schornsteins einen besondern frei stehenden Schornstein mit $^1/_2$ Stein starken Wandungen (Fig. 82) aufzuführen, welcher sich nach allen Seiten ausdehnen kann.

Das Fundament des Schornsteins mufs sich gehörig verbreitern, selbstverständlich um so mehr, je weniger fest der Baugrund ist.

Die Raumverhältnisse und Einrichtungen verschiedener Gebäude.

a. Kirchen.

Um die erforderliche innere Grundfläche einer neu zu erbauenden Kirche zu berechnen, kann man sich der Formel: $p = {}^{13}/_{30}\, s$ bedienen, worin s die Seelenzahl der Gemeinde und p die Anzahl der Sitzplätze der Kirche bezeichnet. Die Entstehung der Formel beruht darauf, dafs man annimmt, dafs $^2/_3$ der Gemeindemitglieder das confirmationsfähige Alter erreicht haben, $^1/_{20} \cdot {}^2/_3\, s$ durch Krankheit und $^1/_5\, s$ durch häusliche Beschäftigung vom Kirchenbesuch abgehalten werden.

Für jeden sitzenden Kirchenbesucher rechnet man incl. Gänge 0,6—0,9 qm, für einen Sitzplatz in evangelischen Kirchen 0,42 qm, in

katholischen 0,47 qm, für einen Stehplatz für Erwachsene oder einen Kinderplatz 0,30 qm.

Die Bankentfernung von Vorderkante zu Vorderkante beträgt in evangelischen Kirchen 0,84 m, in katholischen 0,94 m.

Alle Sitzplätze evangelischer Kirchen müssen so liegen, dafs man die Kanzel, wenn möglich auch den Altar von denselben aus sehen kann.

b. Schulhäuser.

Bei der Anlage eines neuen Schulhauses ist selbstverständlich vor allen Dingen die Zahl der Kinder zu ermitteln, welche dasselbe besuchen soll. Da nun aber in den meisten Gegenden Deutschlands die Bevölkerung von Jahr zu Jahr zunimmt, so ist es auch nötig zu ermitteln, wie grofs die jährliche Zunahme ist.

Wird die Bevölkerungszunahme dadurch bewirkt, dafs mehr Geburten als Todesfälle in der Gemeinde vorkommen, so läfst sich auch für die Zukunft die jährliche Zunahme annähernd dadurch ermitteln, dafs man etwa aus einer Periode von 10 Jahren die mittlere jährliche Zunahme berechnet. Ist jedoch die Bevölkerungszunahme hauptsächlich eine Folge der Einwanderung, so läfst sich dieselbe für die Zukunft weniger genau abschätzen; man mufs urteilen, ob die Ursache der Einwanderung — vielleicht die Anlage neuer Verkehrswege, Bahnen u. s. w. — noch lange diese Wirkung haben werde oder nicht.

Nun kommt es allerdings darauf an, auf wie lange das Schulhaus für die Schülerzahl ausreichen soll; wenn etwa für 10 Jahre, so baut man dasselbe so grofs, dafs es erst in 10 Jahren bei der berechneten Schülerzunahme besetzt sein wird.

Die Zahl der schulpflichtigen Kinder verhält sich zur Seelenzahl einer Gemeinde ziemlich genau wie 1 : 6; es kommen also z. B. auf 6000 Einwohner 1000 schulpflichtige Kinder.

Die Grundfläche der Schulzimmer sollte nicht unter 1 qm für jedes Kind betragen (incl. der Gänge).

In Preufsen müssen Dorfschulen wenigstens 0,6 qm, städtische Schulen mindestens 0,75 qm Grundfläche pro Kind haben.

Die Länge der Schulzimmer darf nicht über 9,5 m betragen, weil die Schrift auf der Wandtafel nur bis etwa 8 m lesbar ist. Die Breite der Schulzimmer betrage nicht über 7 m.

Es sollten nicht über 50 Kinder in einem Schulzimmer untergebracht werden.

Über die beste Lage der Schulzimmer herrschen immer noch verschiedene Meinungen, doch sind alle darin übereinstimmend, dafs die Fensterfronte nicht nach Westen gerichtet sein müsse.

Vielfach ist eine nördliche Lage der Fenster befürwortet worden, doch wird man zugeben müssen, dafs derartige Zimmer im Winter sehr dunkel und wenig einladend sind. Auch ist die Entziehung des Sonnenlichts der Gesundheit und der Entwickelung der Kinder entschieden sehr nachteilig.

Eine Lage nach Osten, Südosten oder Süden hingegen schafft freundliche und helle gesunde Räume. Der direkten Einwirkungen der Sonnenstrahlen kann man sich durch Rouleaux genügend erwehren.

Das Schulzimmer soll nur an einer Seite und zwar an einer Langseite Fenster haben. Die Fenster müssen möglichst nahe unter die Decke reichen, während die Brüstungshöhe 0,90 — 1,10 m betragen mufs.

Die Lichtöffnung der Fenster eines Schulzimmers ist etwa gleich $^1/_8$ der Grundfläche desselben zu machen.

Der Sitz der Schüler mufs so sein, dafs sie das Licht von der linken Seite haben.

Die lichte Höhe des Schulzimmers sollte nicht unter 3,50 m betragen.

Bei mehrklassigen Schulgebäuden ist es zweckmäfsig, breite Korridors neben die Schulzimmer zu legen, welche bei schlechtem Wetter den Kindern in den Pausen als Spielplätze dienen. Der als Spielplatz dienende Hofraum sollte pro Kind mindestens 3 qm Grundfläche haben.

Für Knabenschulen mufs auf etwa 60, für Mädchenschulen auf 50 Kinder ein Abort gerechnet werden.

Für Ventilation der Schulzimmer sowie auch der Aborte ist besonders zu sorgen.

Die Treppen in mehrgeschossigen Schulhäusern sind jedenfalls massiv herzustellen und müssen nach Verhältnis der dieselben benutzenden Schülerzahl mehr oder weniger breit angelegt werden; dieselben sind am besten zwei- oder dreiarmig mit breiten Podesten zu konstruieren und dürfen keine schrägen oder gezogenen Stufen, sondern nur solche, die an beiden Enden gleich breit sind, haben.

Die Heizung der Öfen mufs von besondern Vorgelegen, welche vom Korridor aus zugänglich sind, erfolgen, falls man nicht vorzieht, eine Centralheizung anzulegen.

Verfügt man jedoch über Öfen, deren Füllung für die Dauer der Schulstunden ausreicht, so kann die Heizung auch vom Zimmer aus erfolgen.

Die Öfen müssen mit Mänteln aus Eisenblech oder Kacheln umgeben sein, damit die strahlende Wärme den in der Nähe des Ofens sitzenden Kindern nicht lästig oder nachteilig werde. (Siehe Heizung und Ventilation.)

Zweckmäſsig ist es, die Wände der Schulzimmer mit 1,50 m hohen Holzpanelen zu bekleiden, damit der Wandputz nicht durch die Kinder zerstört werde.

Die Färbung der Wandflächen und Panele darf weder weiſs noch sehr dunkel sein. Matte graugrüne oder graublaue Farben für die Wandflächen, etwas dunklere braune oder graue Farben für die Panele und Thüren sind zu empfehlen. Wenn die Wände tapeziert werden sollen, so verwende man keine gemusterten, sondern einfarbige Tapeten, da gemusterte das Auge angreifen.

Der Fuſsboden des Erdgeschosses ist durchaus gegen die Erdfeuchtigkeit zu isolieren, welches am besten durch Unterkellerung geschieht.

Als Decken sind glatte Gips-, Kalkmörtel- oder Lehmdecken mit weiſsem Anstrich zu empfehlen.

c. Turnsäle.*

Dieselben werden jetzt häufig mit den Schulhausanlagen verbunden, entweder frei stehend auf dem Schulhofe oder in direkter Verbindung mit dem Gebäude aufgeführt, sogar in den Keller verlegt.

Letztere Anlage möchte doch manches Bedenkliche haben, wenn auch die im Sommer darin herrschende kühlere Temperatur den Turnern bei ihren Anstrengungen sehr willkommen sein wird.

Die Gröſse eines Turnsaals für 50 Turner aus Elementarschulen beträgt 16 m Länge, 9,5 m Breite und 5 m lichte Höhe.

Für Schullehrer-Seminarien ist für 50 Turner dieselbe Gröſse, für 75 Turner 20 m Länge, 11 m Breite, für 100 Turner 22 m Länge, 12,5 m Tiefe anzuwenden. Es ist auch zweckmäſsig, diese gröſseren Säle höher zu machen, bis 6,3 m.

d. Krankenhäuser.

Das Grundstück, worauf ein Krankenhaus erbaut werden soll, ist am zweckmäſsigsten auſserhalb der Stadt zu wählen. Dasselbe darf keinen sumpfigen Boden haben; ein solcher, welcher das Regenwasser schnell durchsickern läſst, ist der beste. Bei gröſseren oder Fabrikstädten ist die Lage des Krankenhauses am besten südlich, südöstlich, südwestlich oder westlich von der Stadt, damit die vor-

* Vgl. meine kleine Schrift: „Bau und Einrichtung von Turnhallen“, welche als Separatabdruck des ähnlich bezeichneten Artikels in Haarmann’s „Zeitschrift für Bauhandwerker“ bei G. Knapp in Leipzig erschienen ist.

herrschenden Südwest- und Westwinde nicht den Dunst der Stadt dem Krankenhause zuführen.

Die Fenster der Krankenzimmer müssen nach Osten, Südost, Süden oder Südwest liegen, damit sie den Sonnenstrahlen zugänglich sind.

Die Krankenzimmer werden für 6—50 Betten eingerichtet, doch ist es vorzuziehen, nicht mehr als 12 Betten in einem Saal unterzubringen. Die Breite der Säle für 2 Reihen Betten ist 7,5—8 m, die Einteilung der Betten etwa 1,70—2 m von Mitte zu Mitte.

Bei der Anlage von Krankenhäusern mufs auf Küchen, Theeküchen, Wärterzimmer, Waschhaus und Eiskeller Rücksicht genommen werden.

Der Ventilation ist besondere Aufmerksamkeit zu widmen, da die stets sich erneuernden schädlichen Dünste schleunigst entfernt werden müssen. Durch Gebäude eingeschlossene Höfe sind ganz zu vermeiden. Das sogenannte Pavillonsystem hat viele Vorzüge. Dasselbe besteht darin, dafs die Krankenzimmer nicht in einem, sondern in mehreren frei stehenden Gebäuden untergebracht werden, welche untereinander durch ebenerdige Korridore verbunden sind.

e. Wohnhäuser.*

So verschiedenartig auch die Ansprüche sind, welche, bedingt durch den Stand und die Mittel der Bewohner, an das Wohnhaus gestellt werden, so lassen sich doch einige allgemeine Regeln aufstellen, deren Befolgung zur Anlage einer gesunden und behaglichen Wohnung durchaus erforderlich ist.

Was zunächst die Lage der einzelnen Räume betrifft, so sollen Wohn- und Schlafzimmer jedenfalls so liegen, dafs das Sonnenlicht in dieselben gelangen kann. Speciell für Wohnzimmer ist die Südseite, dann Südost, Osten und allenfalls Südwest die vorteilhafteste und angenehmste Lage. Für Schlafzimmer ist Südosten, Osten und etwa Nordosten zu wählen, damit sie der Morgensonne ausgesetzt sind. Eine westliche Lage erzeugt im Sommer grofse Hitze in denselben und hat den Nachteil, dafs die lästigen Mücken hineinziehen.

---

* Da eine gründliche Anweisung zur Erbauung gesunder Wohnungen hier zu weit führen würde, so verweisen wir auf unser bei J. F. Bergmann in Wiesbaden erschienenes Werk „Die Verbesserung unserer Wohnungen nach den Grundsätzen der Gesundheitslehre“, eingeführt durch eine Vorrede des berühmten Lehrers der Hygieine, Sanitätsrat Dr. Paul Niemeyer in Berlin. Dieses Büchlein, welches durch alle Buchhandlungen für 2 Mark zu beziehen ist, enthält nicht nur eine Anleitung, neue Wohngebäude den Anforderungen der Hygieine entsprechend anzulegen, sondern auch zur Verbesserung der vorhandenen, meistens leider nichts weniger als gesunden Wohnungen.

Küche und Speisekammer sind so zu legen, dafs die Sonnenstrahlen möglichst wenig hineingelangen, also am besten nach Norden.

Ebenfalls können Speisezimmer eine nördliche Lage erhalten.

Die Gröfse der Wohnzimmer für bürgerliche Verhältnisse ist zwischen 15 und 30 qm Grundfläche; die Höhe zwischen 3 und 4 m im Lichten anzuordnen.

Das Verhältnis der Zimmerbreite zur Zimmertiefe ist zwischen den Grenzverhältnissen 1 : 1 bis 3 : 4 zu wählen. Rechteckige Wohnzimmer müssen, um wohnlich zu erscheinen, die Fenster an einer der kurzen Seiten haben.

Wenn irgend möglich, so ist es zu vermeiden, mehr als zwei Zimmerwände mit Thüren zu durchbrechen, sodafs wenigstens eine Wand für das Sofa u. s. w. zu benutzen ist. Auch ist es zu vermeiden, zwei Thüren in eine Wand zu legen.

Die Thüröffnungen sollten mindestens 1 m vom Ofen entfernt angebracht werden.

Zwei bis höchstens drei Fenster, welche die Aufsenwand des Zimmers so durchbrechen, dafs nach innen eine symmetrische Teilung derselben entsteht, sind ausreichend zur Beleuchtung des Wohnzimmers. Zwei Seitenwände des Wohnzimmers mit Fenstern zu durchbrechen ist nur dann ratsam, wenn die Hauptfronte kein Sonnenlicht hat.

Es ist die Aufgabe des Architekten, diese innere Regelmäfsigkeit mit der Façadenausbildung in Einklang und durch dieselbe zum Ausdruck zu bringen.

Die innere Symmetrie der Fenstereinteilung ist bei Wohnzimmern, Empfangzimmern, Salons und Speisezimmern wenn irgend möglich durchzuführen, weil ohne dieselbe den Zimmern der Ausdruck der Ruhe und Behaglichkeit mangeln würde. Bei den übrigen Räumen ist diese Regelmäfsigkeit weniger notwendig.

Ebenfalls ist eine symmetrische Verteilung der Thüren anzuraten.

Die Schlafzimmer sind der Bequemlichkeit wegen neben den Wohnzimmern anzulegen, müssen aber auch vom Flur oder Korridor aus zugänglich sein.

Eine Ventilation der Schlafzimmer durch besondere Schornsteinröhren, welche am besten neben die Rauchschornsteine zu legen sind, ist dringend anzuraten. Diese Luftschornsteine erhalten nahe der Decke eine Öffnung, welche mindestens gleich dem lichten Querschnitt desselben ist, und dienen zur Abführung der ausgeatmeten Luft, welche in die Höhe steigt, weil sie wärmer ist als die übrige Zimmerluft.

Die Ersetzung derselben erfolgt durch die Luft, welche durch die offen gelassenen Fenster einströmt, oder durch besondere dazu angelegte Kanäle, welche mit der äufseren Luft in Verbindung stehen.

Diese Kanäle durchbrechen die Mauer entweder nahe unter der Decke und erhalten dann einen Einsatz aus Blech mit nach oben gerichteter durch Schieber zu regulierender Mündung, oder sie führen die Luft zwischen Decke und Einschub ein und die Ausströmungsöffnung liegt in der Decke. Damit die eingeführte kältere Luft sich besser im Zimmer verteile, wird unter der Ausströmungsöffnung in 10 bis 20 cm Entfernung von derselben eine horizontale Blechplatte, welche mindestens doppelt so grofs ist als die Öffnung, befestigt.

In Fig. 83 ist die Ventilationseinrichtung eines Schlafzimmers im Schnitte gezeichnet; die Pfeile zeigen die Richtung der Luftbewegung.

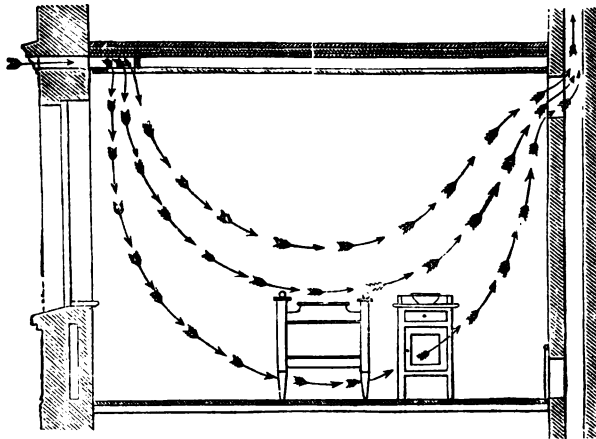


Fig. 83.

Die Gröfse der Schlafzimmer ist natürlich durch die Anzahl der Betten bedingt, welche sie aufnehmen sollen.

Küchen können für Parterrewohnungen auch im Kellergeschofs untergebracht werden, wenn letzteres genügend über dem Terrain hervorragt, um eine ausreichende Beleuchtung zu ermöglichen.

Die Speisekammer liegt am besten direkt an der Küche. Soll im Kellergeschofs eine Pumpe angelegt werden, welches viel zur Bequemlichkeit beiträgt, so ist für dieselbe ein besonderer Raum zu reservieren, dessen Pflasterung wasserdicht ist (Cementfufsboden) und etwas höher liegt, als die Fufsböden der übrigen Kellerräume, damit beim etwaigen Reinigen und Spülen kein schmutziges Wasser u. s. w. in den Brunnen dringe.

Speisezimmer und Speisesäle erhalten am besten eine rechteckige Grundform und ist für jede speisende Person etwa 1 qm Grundfläche zu rechnen.

Bei Miethäusern in Städten lassen sich obige Vorschriften, besonders in Bezug auf die Himmelsrichtungen der einzelnen Räume, häufig nicht befolgen.

Bei Anlage von derartigen Häusern ist ein besonderes Augenmerk darauf zu richten, dafs jede Wohnung ihren besondern verschliefsbaren Eingang habe, sodafs durch Verschlufs dieser Thür die ganze Wohnung abgeschlossen ist.

Die Abortsanlagen sind gewöhnlich am zweckmäfsigsten neben dem Treppenhause anzulegen und etwa von den Podesten aus zugänglich zu machen.

Eine Ventilation der Abortsgrube ist dringend zu befürworten.

Massive Treppen sind in mehrstöckigen Häusern der gröfseren Feuersicherheit halber den hölzernen vorzuziehen.

f. Scheunen.

Die Scheunen dienen zur Aufnahme des ungedroschenen Getreides, sowie auch des Strohes nach dem Dreschen, mitunter auch zur Unterbringung von Heu und Futterkräutern.

Je nach ihrer Gröfse haben sie eine oder mehrere Durchfahrten (Tennen), welche so grofs sein müssen, dafs ein beladener Erntewagen hineingefahren werden kann.

Diese Tennen, welche aufserdem zum Ausdreschen des Getreides durch Handarbeit oder durch eine darin aufgestellte Dreschmaschine benutzt werden, durchschneiden die Scheune entweder der Länge nach oder quer. Letzteres ist vorzuziehen. Sie erhalten in der Regel einen Lehmestrich, welcher entweder aus grubenfeuchtem Lehm oder aus mit Wasser erweichtem Lehm 30—40 cm dick hergestellt wird. Der Lehm wird so lange erst mit dreikantigen, dann mit flachen Schlägeln geschlagen, bis er eine vollständig feste zusammenhängende Masse bildet. Dies Schlagen geschieht jedoch nicht ununterbrochen, sondern wird an jedem Tage von neuem begonnen.

Ein Übergufs von frischem Rindsblut und Bestreuen mit Hammerschlag oder Eisenfeilspänen vor dem letzten Schlagen gibt dem Estrich eine bedeutende Zähigkeit.

Zu beiden Seiten der Tennen liegen die Bansenräume, in welche das Getreide von der Tenne aus hineingeworfen wird. Auch wird der Raum über der Tenne und den Bansenräumen bis ans Dach vollgeladen.

Die Seitenwände der Tennen sind bis zur Höhe von 1,25—1,70 m mit einer Bretterbekleidung versehen, damit beim Dreschen die Kör-

ner nicht in die Bansenräume fliegen, und um ein Reinhalten der Tenne zu ermöglichen.

Über den Bansenräumen ist eine Dachbalkenlage nicht nur entbehrlich, sondern sogar nachteilig, weil beim Einbansen hinderlich. Es sind deshalb nur über den Tennen Balkenlagen anzuordnen, über welche lose runde oder aufgeschnittene Hölzer (Schleete), etwa aus jungen Tannenstämmen bestehend, gelegt werden.

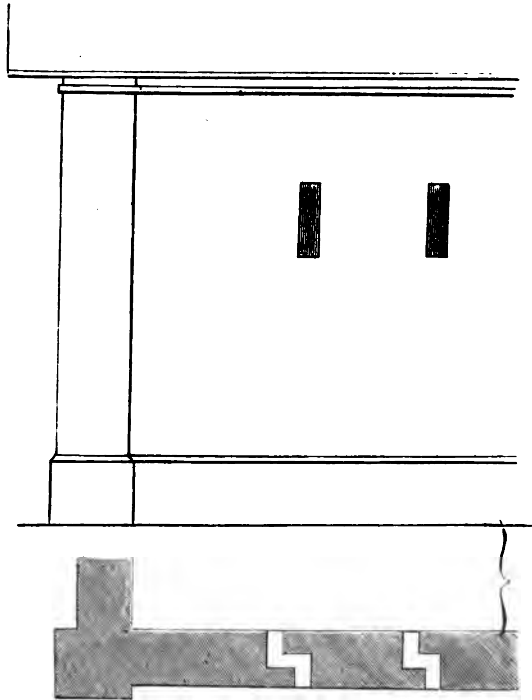


Fig. 84.

Im II. Teile unserer „Konstruktionen des Hochbaues" sind mehrere gute Binder für Scheunen zu finden.

Als Deckmaterial für das Scheunendach wäre Stroh oder Rohr allem anderen vorzuziehen, wenn nicht die aufserordentliche Feuergefährlichkeit desselben dagegen spräche. Eine Bretterschalung des Daches (etwa für Schiefer) ist nicht zweckmäfsig, da die Bretter durch die aus dem Getreide aufsteigenden Dünste leicht stockig werden; man ziehe eine Belattung vor, welche leichter wieder aus-

trocknet und dem Dunste den Weg durch die Eindeckung nicht versperrt.

Bei Pappdächern, welche ja eine Einschalung unbedingt verlangen, müssen deshalb viele Luftschornsteine (aus Brettern oder Zink) angebracht werden, welche auch in geringerer Anzahl bei allen anderen Dächern verwendet werden müssen.

In den Mauern bringt man aufserdem Schlitzöffnungen an, ebenfalls um den Dunst abzuleiten und der Aufsenluft Zutritt zu gestatten, welche, um dem Schnee keinen Durchlafs zu gewähren, nach Fig. 84 und 85 gebildet werden.

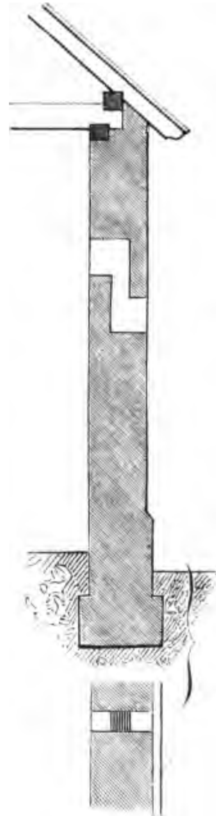


Fig. 85.

Nachstehend folgen einige Notizen zur Bestimmung der Abmessungen der Scheunenräume.

Die Tenne hat bei einfacher Wagenbahn 3—4 m Breite, bei doppelter 4,5—5 m. Wenn sie zum Dreschen benutzt werden soll, nicht unter 4 m Breite. Die lichte Höhe derselben beträgt nicht unter 3,20 m. Breite des Einfahrtsthores nicht unter 2,8 m, besser 3,50 m, die Höhe nicht unter 3 m, besser 3,75 m.

Die Breite der Bansenräume zwischen zwei Tennen 13—15 m, von der Aufsenwand bis zur Tenne 7—10 m.

Die Höhe der äufseren Mauern 4—6 m, bei flachem Pappdach bis 8 m.

Die Tiefe der Scheune richtet sich nach örtlichen Verhältnissen und nach dem Raumbedarf. Auf grofsen Landgütern erreicht dieselbe oft 20 m.

Der Tennenfufsboden liege 0,35—0,50 m über dem Terrain.

Für 1 Schock Winterfrucht (ca. 1020 kg schwer) ist 9—9,6 cbm, für 1 Schock Sommerfrucht (ca. 720 kg schwer) 5,7 cbm, für 50 kg Heu, wenn es locker ist, 0,9—1,0 cbm, fest zusammengetreten 0,7—0,9 cbm Raum zu rechnen.

Tabakscheune. Es erfordern nach Angabe des Baukalenders 100 Centner Tabak einen Raum von 19 m Länge, 11 m Tiefe und 6,25 m Höhe.

Torfscheune. Ein Kubikmeter dichte Masse erfordert 1,33 cbm Scheunenraum.

Heuschuppen. Für 1 Centner Heu ist 0,7—0,9 cbm Raum erforderlich.

Holzschuppen. Ein Kubikmeter Scheitholz gibt 1,25 cbm zerkleinertes Brennholz, wonach die Gröfse der Holzschuppen einzurichten.

Wagenschuppen. Diese werden für Kutschen und Stuhlwagen gewöhnlich so eingerichtet, dafs die ganzen Wagen mit Deichsel darin Platz haben und die Thüren geschlossen werden können, für Ackerwagen aber häufig so, dafs die Deichsel hinausragt, weshalb der Wagenschuppen an einer Seite ganz offen ist.

Um die Wagenschuppen nach Bedürfnis einrichten zu können, mögen folgende Angaben dienen.

Eine Kutsche ist ohne Deichsel 3,6—3,75 m, mit Deichsel 6,25 m lang, 1,5—2 m breit. Ein Erntewagen ohne Deichsel 3,0—4,0 m lang, 1,5—2 m breit; ein Pflug 2,2 m lang, 1,0 m breit; eine Egge 1,25 m lang und breit; eine Feuerspritze ohne Deichsel 2,8 m, mit Deichsel 5,3 m lang, 1,5 m breit.

Ein Thorweg, durch welchen ein Kutscher auf dem Bock sitzend fahren kann, mufs 3,4 m hoch sein.

g. Pferdeställe.

Die Einrichtung der Pferdeställe ist abhängig von der Anzahl und der Gröfse der Pferde.

Je mehr Pferde in einem Stalle stehen sollen, desto höher mufs die Decke desselben sein, und gröfsere Pferde erfordern natürlich auch mehr Grundfläche als kleinere. Auch der Wert der Pferde ist in Betracht zu ziehen, indem man wohl für wertvolle Pferde geräumigere und besser eingerichtete Ställe verlangt als für gewöhnliche Ackerpferde.

Vor allen Dingen ist für eine gute Ventilation der Pferdeställe zu sorgen, also für Abführung der verdorbenen Luft und Zuführung frischer Luft. Erstere geschieht wohl am besten durch bretterne, inwendig mit Zink oder Dachpappe bekleidete Schornsteine, welche an der Stalldecke beginnen und zum Dache hinausführen, ferner durch in horizontalen Zapfen drehbare Fenster. Die Zuführung frischer Luft kann durch grofse Öffnungen in den Stallthüren, welche durch mehrere feine Drahtsiebe geschlossen sind, bewirkt werden. Die Drahtsiebe sollen eine Zerteilung des Luftstromes nach allen Richtungen hervorbringen, um schädlichen Zug zu vermeiden. Wahrscheinlich wird auch eine Erwärmung der Luft durch die Reibung an den Siebnetzen stattfinden.

Sowohl diese, als auch die Schornsteinöffnungen müssen verschliefsbar sein.

Der Dunstschornstein darf nicht zu eng sein, wenn er sich wirksam erweisen soll, doch hängt seine Weite natürlich von der Gröſse des Stalles ab; dieselbe betrage jedoch selbst bei kleinen Ställen nicht unter 0,40 m im Quadrat.

Die Lage des Stalles wird zwar in den meisten Fällen durch örtliche Verhältnisse gegeben sein, hat man jedoch freie Hand, so möchte wohl die Lage der Fenster nach Norden oder Osten am zweckmäſsigsten sein, da die nach diesen Himmelsrichtungen liegenden Räume am wenigsten der Sommerhitze ausgesetzt sind.

Die Fenster müssen so hoch angebracht werden, daſs den Pferden das Tageslicht nicht in die Augen fällt, also nach der Gröſse der Pferde 2—3 m über dem Fuſsboden. Die Fenster erhalten 1,0—1,5 m Breite und 0,80—0,95 m Höhe.

Der Fuſsboden der Pferdeställe ist zweckmäſsig aus einem Pflaster aus hochkantigen Klinkern, noch besser aus geriefelten Trottoirplatten, welche aus Thon gebrannt sind, in hydraulischem Mörtel herzustellen, welches ein Gefälle von 8—12 cm hat. Die vordere Standhälfte kann auch ganz horizontal gepflastert werden; der hinteren wird dann ein Gefälle von 4—6 cm gegeben. Ein gröſseres Gefälle gibt den Pferden einen unbequemen Stand. Hinter den Pferdeständen ist eine Rinne zur Abführung des Urins anzubringen.

Noch besser als Klinker und Platten ist ein Pflaster aus Kiefern- oder Eichenholzklötzen, welche mit aufrechter Faserstellung und wechselnden Fugen in ein Sand- oder besser Cementbett sorgfältig verlegt werden. Die Fugen werden mit Asphalt vergossen, die Klötze vorher gut getrocknet und mit heiſsem Teer getränkt.

Die Decke der Pferdeställe soll für die Stalldünste undurchdringlich sein, damit die darüber lagernden Futterkräuter nicht verderben. Man wendet deshalb Windelböden (mit Strohlehm umwickelte, auf oder zwischen die Balken gelegte Staken, welche unten und oben mit Lehm glatt verputzt werden), oder Wölbung poröser oder hohler Ziegel zwischen hölzernen Balken, oder zwischen Eisenbahnschienen, oder walzeisernen Trägern, oder Betondecken an. Der Fuſsboden über der Pferdestalldecke kann ein Bretterboden, ein Lehm- oder Gipsestrich sein, oder aus Cement hergestellt werden.

Die Stallhöhe beträgt im Lichten für kleinere Ställe 3,0—3,5 m, für gröſsere für 10—30 Pferde 3,75—4,5 m, für Militär-Pferdeställe 4,75—5 m.

Ein Ackerpferd erfordert Standlänge 2,2—2,8 m, Breite 1,25—1,5 m.

Ein Kutschpferd 2,8—3,5 m Länge, 1,75 m Breite.

Ein Hengst 3,5 m Länge, 2,2—2,5 m Breite.

Eine Mutterstute mit Füllen 3,75 m Länge und Breite.

Ein Box* 3,0—3,75 m im Quadrat.

Füllenställe 3,6—4,0 qm Grundfläche pro Stück.

Die Breite eines einfachen Ganges hinter einer Standreihe 1,5—2,25 m. Breite eines Ganges zwischen zwei Standreihen 2o,—3,0 m.

Die Krippen sind unten 0,25 m, oben 0,35 m im Lichten breit, 0,22 m tief. Die Höhe der Krippenoberkante vom Fufsboden beträgt je nach der Gröfse der Pferde 1,05—1,25 m. Die Unterkante der Raufe über der Krippenoberkante beträgt 0,45—0,60 m. Es ist zweckmäfsig, den Innenraum der Raufe ganz oder teilweise in eine Mauernische zu verlegen, sodafs das Raufengitter mehr zurücktritt und lotrecht steht, damit dem Pferde nicht die Blätterabfälle und Samenkörner in die Augen fallen.

Die Latierbäume oder Latierwände haben eine Höhe von 0,95—1,00 m über dem Fufsboden.

h. Rindviehställe.

Für die Anlage von Rindviehställen sind für die Konstruktion der Decken, Fufsböden und Ventilationsvorrichtungen dieselben Principien mafsgebend, welche für die Pferdeställe gelten.

Die Anordnung der Stände ist jedoch eine andere. Bei kleinen Ställen für nur einige Stück Rindvieh bilden die Stände nur eine Reihe. Bei gröfserer Stückzahl werden jedoch zwei oder mehrere Standreihen angelegt. Bei der Anlage von zwei Standreihen ist der Stand der Kühe entweder so, dafs sie mit den Köpfen einander gegenüberstehen, bei welcher Einrichtung ein gemeinsamer Futtergang, oder so, dafs sie mit den Hinterteilen einander gegenüberstehen, bei welcher Anordnung ein gemeinsamer Düngergang für beide Reihen entsteht.

Bei mehr Standreihen ergeben sich gemeinsame Düngergänge und gemeinsame Futtergänge. Die Standreihen können parallel zu den Langseiten des Gebäudes oder rechtwinkelig zu denselben gelegt werden. Bei gröfseren Viehställen, wie sie auf gröfseren Landgütern erfordert werden, ist die letztere Lage der Standreihen der erstern bei weitem vorzuziehen, da sie das Füttern des Viehes und das Ausmisten der Ställe erleichtert.

In Fig. 86 ist der Grundrifs, in Fig. 87 der Längenschnitt, in Fig. 88 der Querschnitt eines Viehhauses für ein gröfseres Landgut dargestellt, wie sie ähnlich im nördlichen Deutschland ausgeführt werden. Der Dachboden ist zur Aufnahme der Futterkräuter be-

---

* Raum für eine Mutterstute oder ein edles Pferd, welches nicht angebunden wird. Der Box ist von etwa 2 m hohen Holzwänden eingeschlossen.

stimmt. Eine der Länge nach durchgehende Tenne dient zum Einfahren derselben.

Wo Rübenfütterung angewandt wird, ist unter der Futterkammer ein Keller zur Aufnahme der Rüben anzulegen.

Auf kleineren Landgütern werden Kuhställe und Pferdeställe gewöhnlich in einem Gebäude untergebracht. Der Fufsboden der Rindviehställe kann auch zweckmäfsig von Beton hergestellt werden, jedoch nur bis auf etwa 1,8 m von der Krippe, wo er ganz wagerecht oder nur mit sehr geringem Gefälle gelegt wird. Der Teil, welcher hinter den Kühen liegt, ist besser durch Pflasterung herzustellen, weil ein Betonfufsboden zu glatt wird, um bei gröfserem Gefälle ein sicheres Auftreten zu ermöglichen.

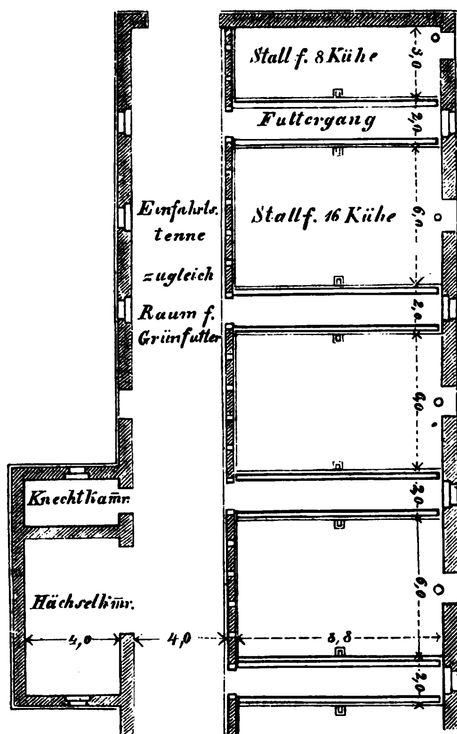


Fig. 86.

Die Betonlage wird in zwei Schichten auf den festgestampften Grund gebracht. Die unten etwa 8 cm dicke Lage besteht aus zerschlagenen natürlichen Steinen von der Gröfse einer Nufs bis zur Gröfse eines kleinen Hühnereies, welche mit einem guten hydraulischen Mörtel innig vermischt werden. Diese Lage wird in gleichmäfsiger Dicke aufgebracht, ohne aber geglättet zu werden. Nachdem diese Lage einigermafsen erhärtet ist, wird die zweite Lage in einer Dicke von etwa 5—6 cm aufgebracht, welche aus kleineren zerschlagenen Steinen, oder Flufskieseln, oder Steinkohlenschlacken (staubfrei) mit hydraulischem Kalk, scharfem Sande und Portland-Cement (letzterer etwa gleich $1/2$ des Kalkes) in gewöhnlicher Mörtelmischung gemengt wird. Über diese zweite Lage wird nun ein aus mit scharfem Sande gemischtem Cement be-

stehender Estrich von etwa 2—2 $^1/_2$ cm Dicke aufgetragen, welcher etwa noch mit reinem Cement dünn überzogen wird.

Dieser Fufsboden wird bis zur vollständigen Erhärtung mit einer dicken Sandschicht bedeckt, welche fortwährend feucht erhalten wird. Bis zur Erhärtung mufs der Fufsboden täglich untersucht, und etwa entstandene Risse mit Wasser begossen und mit der Kelle zugerieben werden.

Um im Sommer einen starken Luftzug zur Vertreibung der Fliegen herstellen zu können, sind nahe unter der Decke Öffnungen in den Mauern anzubringen, welche Winters verstopft werden.

Die beständige Luftzuführung erfolgt am besten durch unter dem Fufsboden der Futtergänge liegende Kanäle, welche mit einem

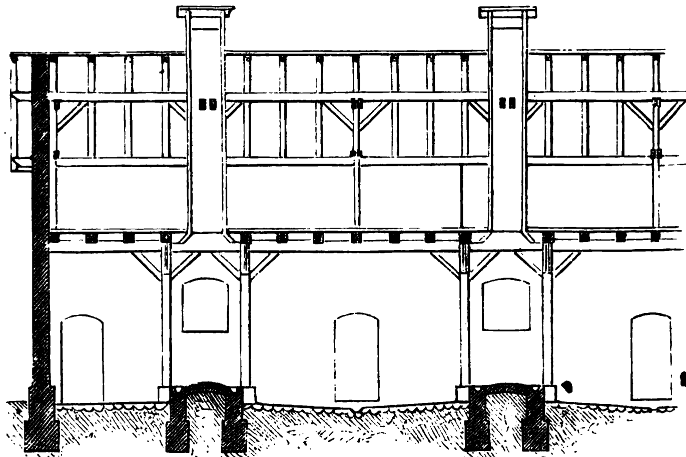


Fig. 87.

Ende ins Freie münden und in welchen in Abständen von etwa 1,5 m mit abnehmbaren Rosten oder Gittern geschlossene Öffnungen, welche den Fufsboden des Futterganges durchbrechen, angebracht sind. (In Fig. 87 nicht angegeben.)

Die Länge des Standraumes für eine kleine Kuh beträgt 2 m, die Breite 1 m, für eine gröfsere beträgt die Länge 2,2—2,5 m, die Breite 1,1—1,25 m, für einen Ochsen 2,2—2,5 m und 1,25—1,4 m, für ein Absetzkalb in einem besonderen Stalle 1,4—1,6 qm Raum.

Die Breite des Ganges hinter dem Vieh, wenn nur eine Reihe vorhanden, beträgt 1—1,3 m, zwischen zwei Viehreihen 1,3—1,9 m.

Die Breite des Futterganges für eine Viehreihe beträgt 1,25—1,4 m, zwischen zwei Viehreihen 1,9—2,2 m, incl. der Krippen.

Die lichte Stallhöhe beträgt bei 12 Stück Vieh 2,8—3 m, bei 12—30 Stück 3,0—3,75 m, bei 30—100 Stück 3,75—5,5 m.

Die Krippen, welche entweder aus Bohlen, oder aus Sandstein, oder aus Formziegeln, auch aus Cement hergestellt werden, bilden für jede Reihe eine durchgehende Rinne, welche, falls die Kühe auch im Stalle getränkt werden sollen, etwas Gefälle nach einem Ende zu haben mufs.

Die lichte Weite der Krippen beträgt 36—42 cm, die Tiefe 24—30 cm.

Die Höhe der Krippenoberkante über dem Stallfufsboden beträgt 45—60 cm.

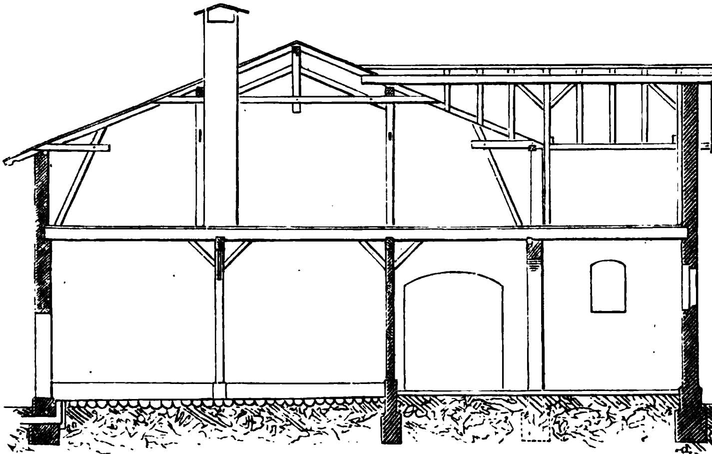


Fig. 88.

Der Fufsboden des Futterganges liegt am besten mit dem Krippenrande in gleicher Höhe und ist etwas abgerundet, damit das verstreute Futtermaterial bequem in die Krippen gekehrt werden kann.

Die Wasserleitung, aus eisernen, thönernen oder Cementröhren bestehend, liegt unter dem Fufsboden der Einfahrtstenne oder des Ganges, welcher die verschiedenen Futtergänge miteinander verbindet, und hat Ausflufsrohre nach jeder Krippe. Am entgegengesetzten Ende der Krippen sind Abflufsrohre für das rückständige Wasser angebracht, welche gewöhnlich durch Holzstöpsel geschlossen sind. Diese Abflufsrohre münden in ein gemeinsames Rohr oder in einen gemauerten Kanal, welcher das Wasser abführt. Auch das Wasserzuführungsrohr hat am Ende eine verschliefsbare Öffnung, um nach

der Tränkung das zurückgebliebene Wasser ablassen zu können, damit es im Winter nicht zufriere.

Das Jungvieh wird in derselben Weise untergebracht wie die Milchkühe, doch kann der Standraum etwas kürzer sein. Die Kälberställe können durch versetzbare Bretterwände von dem Jungviehstalle abgetrennt werden.

Die Futterkammer dient zur Aufnahme des Grünfutters im Sommer, ferner zur Unterbringung der zum täglichen Verbrauch bestimmten Rüben und des Häcksels.

Bei gröfseren Anlagen, wo eine Einfahrtstenne angelegt ist, kann das Grünfutter u. dergl. auf dieser untergebracht werden, und die Futterkammer dient nur zum Häckselschneiden, weshalb sie dann verhältnismässig kleiner angelegt werden kann, als sonst nötig wäre.

Rationell ist es dann, die Häckselschneidemaschine über der Futterkammer anzubringen und das geschnittene Häcksel von da in die Futterkammer hineinfallen zu lassen.

Die Futterkammer sei der Feuergefährlichkeit halber mit massiven Mauern umgeben. Eine Treppe führt aus derselben zum Boden. Die Gröfse derselben beträgt, wenn keine Tenne vorhanden ist, 0,4—0,7 qm pro Haupt.

Die Gröfse des Futterbodens über der Stallung richtet sich nach der Gröfse des Futterbedarfs, und rechnet man für eine Kuh oder einen Ochsen jährlich 1000 kg, für ein einjähriges Rind 500 kg, für ein Kalb 280 kg Heu. 1000 kg Heu erfordern ca. 16 cbm Raum.

Um einen besseren Dünger zu erzielen, werden die Kuhställe mitunter so eingerichtet, dafs Streu und Dünger monatelang in denselben liegen bleiben. Da täglich frisch gestreut wird, so wird die Düngerdecke täglich höher, und da gewünscht wird, dafs der Dünger überall im Stalle verteilt werde, so sind hier hölzerne bewegliche Krippen eingerichtet, welche von einer Seite zur anderen geschafft werden. Der Futtergang umgibt den ganzen Stallraum und ist 1 m breit.

Diese Ställe, welche für höchstens 20 Kühe eingerichtet werden, haben am besten eine annähernd oder ganz quadratische Grundform und pro Haupt ca. 5 qm Grundfläche.

Der Fufsboden dieses Stalles ist, wie bei den anderen Ställen, wasserdicht mit 2% Gefälle herzustellen.

Die Jauchgrube ist am besten ein mit wasserdichten Mauern umgebener und mit ebensolchem Boden versehener offener Behälter, welcher nach Belieben mit Bohlen abgedeckt werden kann.

Die Düngerstätte erhält ebenfalls einen möglichst wasserdichten Boden, Pflasterung von muldenförmiger Gestalt.

Dieselbe ist mit Rinnen zu umgeben, welche verhüten, dafs das Regenwasser des umliegenden Terrains in dieselbe hineinfliefse.

Sie liegt am besten an der Langseite des Viehstalles, an welcher die Stallthüren befindlich sind, einige Meter von dem Gebäude entfernt.

i. Schafställe.

Die Schafe verlangen zu ihrem Gedeihen einen warmen und hellen Stall, weshalb die Anlage dieser Ställe in vor Wind geschützter Lage mit einer Langseite nach Süden zu empfehlen ist. In dieser südlichen Umfassungsmauer müssen viele nicht zu kleine Fenster angebracht werden, an der entgegengesetzten nördlichen Seite aber kleinere Fenster.

Der ganze Stall besteht aus einem einzigen Raume, welcher nach Bedarf durch Hürden in kleinere Abteilungen getrennt werden kann.

Die Decke ist, wie bei Pferde- und Rindviehställen, für die aufsteigenden Dünste undurchlässig zu machen, aber auch mit Ventilationsschornsteinen zu versehen.

Der Fufsboden wird häufig nur geebnet und gestampft, besser ist jedoch eine Pflasterung, welche ein Eindringen der Jauche in die Erde verhindert. Gefälle erhält derselbe nicht.

Der Dünger wird nur dann entfernt, wenn er gleich auf den Acker gebracht werden soll, deshalb ist ein gröfserer Schafstall an jedem Giebelende mit einem Einfahrtsthor zu versehen, aufserdem werden noch besondere Thüren in einer Langseite angebracht, welche zum Ein- und Austreiben der Schafe dienen.

Alle Thore öffnen sich nach aufsen.

Zur Einbringung des Futters in den Dachraum führen von aufsen Luken in denselben.

An Futterraum ist pro Schaf 1,6 cbm erforderlich, wonach also die Gröfse des Dachraumes einzurichten ist.

Die Gröfse der Grundfläche des Stalles ist danach zu bemessen, dafs für ein Schaf 0,66—0,70 qm bei kleineren Herden, und 0,6 qm bei grofsen Herden von etwa 1000 Schafen zu rechnen ist. Mutterschafe erfordern 0,7—0,8 qm, Böcke 1 qm Grundfläche der Stallung.

Der Fufsboden der Schafställe liegt 0,16 m über dem Terrain.

Die Stallhöhe beträgt mindestens 3 m, bei gröfseren Herden bis 4 m.

Die Stalltiefe beträgt 9,4 m bei 3 Raufen, 12,25 m bei 4 Raufen.

Die Gröfse der durch 1,5 m hohe Lattenwände abgegrenzten Bocklogen beträgt 1,20 m bis 1,40 m im Quadrat.

Die Mauern sind mindestens bis zu 2 m Höhe im Innern glatt zu putzen.

k. Schweineställe.

Die Schweineställe für gröfsere Schweinezucht sind immer in besondern Gebäuden unterzubringen und nicht mit anderen Ställen zu verbinden, damit der Geruch derselben dem übrigen Viehe nicht schädlich werde.

Dieselben sind mit eingezäunten Höfen zu verbinden, in welchen die Schweine im Sommer sich bewegen können, auch wohl gefüttert werden. In diesen Höfen sind gepflasterte muldenförmige Vertiefungen anzubringen, welche mit Wasser gefüllt werden und zum Baden der Schweine dienen.

Die Einrichtung der Schweinställe ist entweder derartig, dafs die Tiere von einem Futtergange aus in ihren Ställen gefüttert werden, oder dafs ein besonderer gemeinsamer Futterraum eingerichtet wird, welcher von den einzelnen Ställen umgeben ist.

Der Fufsboden der Schweineställe kann aus einem hochkantigen Ziegelpflaster oder besser aus 8 cm starken splintfreien Bohlen hergestellt werden.

Letztere werden mit Zwischenräumen von ca. 1 cm horizontal verlegt. Unter diesem Fufsboden befindet sich eine mit Gefälle versehene Pflasterung zur Abführung der Jauche. Natürlich befindet sich zwischen dem Bohlenbelag und dem Pflaster ein Zwischenraum.

Die Schweineställe werden nach ihren Bewohnern getrennt in

1) Ferkelställe, in welchen die nicht mehr saugenden Ferkel untergebracht werden, welche pro Stück 0,5 — 0,6 qm Grundfläche erfordern,
2) Faselställe für die in geringerer Anzahl zur weiteren Auffütterung bestimmten gröfseren Ferkel, welche pro Stück 0,9—1,1 qm Grundfläche beanspruchen,
3) Mastställe für ein oder zwei zu mästende Schweine. Der für ein Mastschwein bestimmte Stall hat eine Grundfläche von 3—4 qm, für zwei Mastschweine 4—5 qm,
4) Zuchtställe für eine Sau mit Ferkeln erfordern 3,5 — 4 qm Grundfläche,
5) Eberställe ebenfalls 3,5 — 4 qm Grundfläche.

Soll ein besonderer Futterraum angelegt werden, so ist dieser halb so grofs zu machen, als die daran liegenden Ställe zusammengenommen.

Die einzelnen Ställe sind durch Bohlenwände von etwa 2 m Höhe voneinander und von den Futtergängen getrennt. Die Wand nach dem Futtergange ist aber über der Futterklappe offen zu lassen. Die Fenster sind über diesen Bohlwänden anzubringen.

Die eigentliche Stalldecke ist etwa 3 m hoch über dem Fufsboden und wie bei den anderen Ställen auch mit Ventilationsschachten eingerichtet.

Die Zuführung der frischen Luft kann ebenfalls durch Öffnungen in den Thüren der Futtergänge geschehen.

Die Krippen für grofse Schweine erhalten 30—36 cm Breite und 21—26 cm Tiefe, für kleineres Vieh 26—31 cm Breite und 13—16 cm Tiefe. Für Mastschweine liegt die Oberkante der Tröge 40—50 cm über dem Stallboden.

l. Federviehställe.

Diese erfordern weniger sorgfältige Anlage, als die bisher besprochenen Stallungen, weil die Tiere gewöhnlich nur nachts ihren Aufenthalt darin haben, den Tag aber im Freien zubringen.

Es erfordert nach Angabe des Baukalenders, welchem auch mehrere der vorhergehenden Raumangaben entnommen sind, eine Gans 0,25 qm, eine Ente 0,16 qm, ein Huhn 0,12 qm, eine Pute 0,30 qm Grundfläche.

Hühnerställe werden vorteilhaft über den Kälberställen resp. Jungviehställen angebracht, weil sie da sehr warm liegen. Dieselben sind vom Binnenraum des Kuhstalles durch eine aus einem Lattengitter bestehende Wand abgetrennt.

Die Stallhöhe beträgt etwa 2,5 m.

Eine Taube erfordert 0,10—0,12 cbm Raum. Eine Zelle für ein Taubenpaar ist 0,35 m breit und 0,70 m lang. Die Zellen werden in Reihen übereinander angelegt.

m. Kornböden.

Die Kornböden dienen zur Aufbewahrung des gedroschenen und gereinigten Getreides, sowie des Rüb- und Rapssamens.

Sie werden gewöhnlich im zweiten, resp. im Dachgeschofs von Gebäuden angebracht, deren Erdgeschofs zu anderen Zwecken gebraucht wird.

Die Kornböden nehmen die ganze Tiefe des Gebäudes ein, damit auf beiden Seiten angebrachte Luken einen kräftigen Luftzug ermöglichen. Diese Luken erhalten verschliefsbare Jalousien oder nach oben aufgehende Bretterklappen und sind nach innen mit einem feinen Drahtsiebe zur Abhaltung der Insekten geschlossen. Die Luken sind ca. 40—60 cm über dem Fufsboden angebracht, und haben eine Höhe von etwa 50—60 cm, eine Breite von etwa 1 m.

Die Fenster befinden sich über diesen Luken.

Die lichte Höhe der Kornböden beträgt 2,3—2,5 m.

Die Tiefe derselben beträgt höchstens 9,5 m.

Die Grundfläche incl. der nötigen Gänge um das aufgeschüttete Getreide beträgt pro Scheffel von 0,065 cbm. Rauminhalt 0,15 qm.

Die Kornböden erhalten in den Umfassungsmauern eine Thür, über welcher eine Windevorrichtung zum Aufziehen der Kornsäcke angebracht ist.

Die Schütthöhe für altes Getreide beträgt 0,6 m, für neues 0,4—0,5 m, für Hafer 0,9 m.

Beleuchtung.

Die natürliche Beleuchtung innerer Räume geschieht durch seitliche Fenster oder durch Oberlichte.

Die Gröfse der lichten Öffnung oder Glasfläche der Fenster ist abhängig von dem Lichtbedürfnis der verschiedenen Zwecken dienenden Räume und mufs zur Grundfläche derselben ein gewisses Verhältnis haben.

Bei Wohngebäuden sind gewöhnlich architektonische Rücksichten mafsgebend für die Zahl und Gröfse der Fenster der einzelnen Räume, doch dürfte für Wohnzimmer ein Verhältnis der Glasfläche zur Grundfläche des Zimmers von 1 : 15 als Minimum gelten.

Will man hiernach die lichte Maueröffnung bestimmen, so hat man diese $1\frac{1}{2}$ mal so grofs an Flächeninhalt zu machen, da bei Fenstern mit hölzernen Rahmen die lichte Glasfläche ziemlich genau gleich $\frac{2}{3}$ der lichten Maueröffnung ist.

Bei Bildersälen beträgt die Lichtfläche $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{2}$, bei Werkstätten $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{3}$, bei Schulzimmern $\frac{1}{9}$—$\frac{1}{7}$ der Grundfläche.

Bei obigen Angaben ist eine mittlere Höhe der Räume vorausgesetzt. Bei gröfseren Höhen sind die unteren Grenzwerte nicht anzuwenden, sondern nach Verhältnis die zwischen beiden Grenzwerten liegenden oder die gröfsten der angegebenen Lichtöffnungen.

Künstliche Beleuchtung.* Die Stärke der Beleuchtung nimmt ab mit dem Quadrat der Entfernung des Lichtquelles.

Zur Erzeugung einer gleichen Lichtmenge sind erforderlich pro Stunde zu verbrennen:

Talgkerzen	11,5 gr,
Stearinkerzen	11,0 »
Wachskerzen	8,5 »
Walratkerzen	8,0 »

* Dem „Deutschen Baukalender“ entnommen.

Paraffinkerzen . . . . 7,0 gr,
Rüböl . . . . 6,0—7,5 »
Petroleum . . . . 5,0 »
Leuchtgas aus deutschen oder englischen Backkohlen 0,0007 — 0,0008 cbm = 0,43—0,48 gr, wenn das spez. Gewicht des Leuchtgases im Mittel zu 0,000611 angenommen wird.

Je nach den Preisen obiger Materialien läfst sich hiernach der Leuchtwert derselben bestimmen.

Gasbeleuchtung. Der Gaskonsum beträgt bei richtigem Druck und ruhig brennender Flamme pro Stunde:

Schnittbrenner . . . . 0,05—0,22 cbm,
Lochbrenner . . . . 0,05—0,12 »
Argandbrenner mit 16 Löchern . . . . . 0,09 »
» » 24 » . . . . . 0,12 »
» » 32 » . . . . . 0,15 »
» » 40 » . . . . . 0,19 »
» » 60 » . . . . . 0,25 »

Die Brenner ohne Cylinder und solche mit einem geringeren Konsum als 0,15 cbm pro Stunde gewähren einen verhältnismäfsig kleineren Nutzeffect.

Als Normal-Gasflamme gilt die Argandflamme mit 0,15 cbm Konsum pro Stunde und einer Lichtintensität von 12 Kerzen. Als Normalkerze gilt eine solche aus Walrat, von der 12 Stück auf ein Kilogramm gehen und welche 7,75 gr Material pro Stunde konsumiert.

Rohrweiten. Hierüber gibt nachstehende Tabelle einen ungefähren Anhalt. Bei Aufstellung derselben ist die Lage der Leitung durchweg horizontal gedacht. Absteigende Rohre erfordern zu gleicher Leistungsfähigkeit einen gröfseren, aufsteigende einen geringeren Durchmesser; so z. B. kann im ersten Stockwerk eines Gebäudes die Flammenzahl um 1,3, im zweiten um 1,4, im dritten um 1,5 gröfser angenommen werden, als es die Tabelle angibt.

Tabelle Nr. 104.

Lichte Rohrweite.	Flammenzahl bei einer Rohrlänge von:									
Millimeter.	3 m	6 m	9 m	12 m	15 m	18 m	21 m	24 m	27 m	30 m
6	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	4	3	2	1	—	—	—	—	—	—
13	10	7	5	4	3	2	1	—	—	—
19	25	14	10	8	6	5	4	3	3	2
25	60	38	26	19	15	12	10	8	7	6
31	100	64	42	32	25	20	16	13	10	8
38	150	95	65	48	37	30	25	20	16	13
50	350	228	156	114	90	70	60	50	40	25

Für die **Bestimmung der Anzahl der Gasflammen**, welche zur Erleuchtung eines Raumes erforderlich sind, bietet folgende Tabelle einen Anhalt:

Tabelle Nr. 105.

Dimensionen des Raumes in Metern. lg.	br.	h.	Zahl der erforderlichen Normalflammen.	Höhe der Krone über dem Fufsboden.	Dimensionen des Raumes in Metern. lg.	br.	h.	Zahl der erforderlichen Normalflammen.	Höhe der Krone über dem Fufsboden.
4,7	4,7	3,8	2— 3	2—2,2 m	12,5	12,5	9,4	25— 30	3,5—3,8 m
5,6	5,6	4,4	5— 6	2,2—2,4	15,7	15,7	12,5	40— 45	4,0—4,4
7,5	7,5	5,3	9—12	2,5—2,8	18,8	18,8	14,0	60— 70	4,7—5,3
10,0	10,0	6,9	16—20	2,8—3,1	22,0	22,0	15,7	100—120	5,6—6,3

Bei dieser Tabelle ist angenommen, dafs die Flammen in geeigneter Weise auf eine Mittelkrone und mehrere passend angebrachte Wandarme verteilt werden, ferner dafs die Wandfarbe des Raumes keine sehr dunkle sei. Für Festräume sind die in den Tabellen enthaltenen Angaben ungenügend; hier kann die Anzahl der Flammen auf mehr als das Doppelte gesteigert werden. Auf je 25 cbm Raum ist dann etwa **eine** Normal-Gasflamme zu rechnen.

Bei Räumen von mehr als 10 m Höhe kann als Regel gelten, dafs die untere Spitze der Krone auf $^1/_3$ der Raumhöhe anzunehmen ist.

Sobald ein gröfserer Raum (etwa 12,5 m in der gröfsten Ausdehnung) so weit von der quadratischen Grundform abweicht, dafs seine Längen- und Breiten-Abmessungen das Verhältnis von 3 zu 2 übersteigen, empfiehlt sich die Anbringung **mehrerer** Kronleuchter statt nur eines. Die Grundfläche des Raumes wird dabei in Felder von möglichst quadratischer Form geteilt gedacht, wovon jedes als eine besondere Abteilung nach obiger Tabelle seine Anzahl Flammen erhält. Räume z. B. von quadratischer Form des Grundrisses von mehr als 22 m Seite wird man, namentlich bei geringer Höhe, vorteilhaft in 4 Felder zerlegen, wovon jedes seine besondere Krone erhält; die Anbringung einer Mittelkrone ist dabei noch nicht ausgeschlossen. Die Teilung in mehrere Felder mufs um so eher eintreten, je niedriger der betreffende Raum ist.

Heizung und Ventilation.

Die Anlage von Heizapparaten, besonders für umfangreiche Lokalitäten, hat sich in neuerer Zeit mehr und mehr zu einem Spezialfach ausgebildet, und man thut wohl, die Einrichtung gröfserer Heizanlagen bewährten Fachmännern zu übertragen.

Wir wollen deshalb nur die in kleinerem Mafsstabe anzulegenden Heizungen, und die Verbindung der Ventilationseinrichtungen mit denselben, besprechen.

Zur Erwärmung von 100 cbm Raum rechnet man 6 qm Oberfläche bei Kachelöfen und etwa 1,1—1,3 qm Oberfläche eiserner Öfen.

Ist eine kräftige Ventilation vorhanden, so mufs die Heizfläche gröfser sein.

Obgleich es augenscheinlich vorteilhaft sein müfste, das Feuer, ehe es in den Schornstein gelangt, einen möglichst weiten Weg durch die verschiedenen Ofenzüge machen zu lassen, damit die Wärme desselben sich den Wandungen dieser Züge und durch diese der Zimmerluft mitteile, werden in neuerer Zeit vorwiegend solche Öfen konstruiert, in welchen wenige oder gar keine Züge angebracht sind, z. B. die Meidingerschen, das Feuer also nur einen sehr kurzen Weg bis zum Schornstein hat. Trotzdem werden mit diesen Öfen bessere Resultate erzielt, als mit den mit vielen Zügen versehenen.

Der Grund liegt wohl hauptsächlich darin, dafs in den Zügen sich sofort Rufs, ein schlechter Wärmeleiter, ansetzt, welcher die Abgabe der Wärme an die Wandungen der Züge nur in geringem Mafse zuläfst. Bei den Meidingerschen und anderen sogenannten Füllöfen dagegen ist erstens der Raum, welcher von dem brennenden Feuerungsmaterial ausgefüllt ist, ein gröfserer, als der Feuerraum gewöhnlicher Öfen, und dieser Raum wird fast ganz mit Feuerungsmaterial gefüllt, welches also die Wandungen direkt berührt und seine Wärme an dieselben abgibt; zweitens setzt sich in diesem Feuerraum kein Rufs ab.

Will man mit einer gewöhnlichen Zimmerheizung eine Ventilation verbinden, so kann dies in folgender Weise geschehen. Der Ofen wird mit einem Mantel aus Eisenblech, Gufseisen oder Kacheln umgeben, welcher an dem Fufsboden dicht anschliefst und oben offen ist, die Höhe des Mantels kann etwa gleich der Höhe des Ofens sein. In diesen Mantel leitet man ein Rohr, welches mit der Aufsenluft in Verbindung steht. Dieses Rohr kann in einer Scheidemauer oder neben derselben unter dem Fufsboden liegen, aus Ziegeln, Thonröhren, Cementröhren u. s. w. gebildet sein. Dasselbe mündet dicht über dem Fufsboden oder von unten in den vom Mantel umschlossenen Raum. Das andere Ende des Rohrs mufs

wenn möglich tiefer liegen, als das in den Ofenmantel mündende, jedenfalls aber nicht höher. Dasselbe geht durch die Umfassungsmauer und kann etwa in der Fensterlaibung des tiefer liegenden Geschosses, resp. des Kellergeschosses ausmünden. Wird nun der Ofen geheizt, so steigt die zwischen Mantel und Ofen befindliche Luft in die Höhe, es strömt frische Luft durch das Rohr nach, wird durch den Ofen erwärmt und steigt ebenfalls in die Höhe und verbreitet sich im Zimmer. Dieses Luftzuführungsrohr ist durch einen Schieber verschliefsbar. Damit beim Anheizen das Zimmer rasch erwärmt werde, wird zu Anfang der Luftzuführungskanal abgeschlossen, dafür aber ein Schieber geöffnet, welcher dicht überm Fufsboden die Zimmerluft in den Ofenmantel hineinströmen läfst, welche dann erwärmt in die Höhe steigt und sich wieder im Zimmer verbreitet.

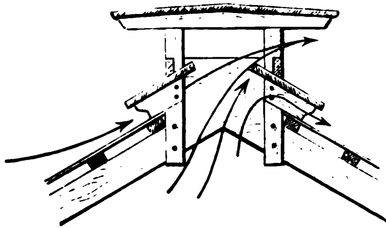


Fig. 89.

Zur Abführung der verbrauchten Zimmerluft lege man in der Nähe des Ofens neben dem Rauchschornstein oder zwischen zwei dergleichen einen besonderen Schornstein an, der nahe am Fufsboden und nahe der Decke je eine verschliefsbare Öffnung hat. Wenn geheizt wird, dient die untere Öffnung zur Abführung der verdorbenen Zimmerluft; im Sommer aber die obere Öffnung. Dieser Schornstein ist entweder gleich den übrigen Schornsteinen zum Dache hinausgeführt, oder er mündet im Dachraume; ersteres ist vorzuziehen. Damit dieser Schornstein gut ziehe, lege man ihn, wenn möglich, neben ein Rauchrohr, oder besser zwischen zwei Rauchrohre.

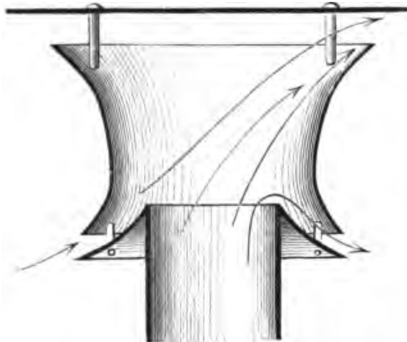


Fig. 90.

Wenn der Luftschornstein im Dachraume mündet, sind noch besondere hölzerne oder aus Eisenblech gearbeitete Luftschornsteine im Dachfirst anzubringen.

Fig. 89 zeigt einen solchen Schornstein, Fig. 90 den Wolpertschen Luftsauger, dessen Form neuerdings etwas geändert ist. Die Pfeile zeigen die Richtung der Luftströmungen.

Fig. 91 zeigt den Querschnitt, Fig. 92 den Längenschnitt einer vom Verfasser konstruierten Vorrichtung zur Ventilation von Dachräumen.

Dieselbe besteht aus einer Eisenblechtafel, deren Ränder *r r* auf zwei Seiten rechtwinkelig gebogen sind. Die Tafel ist in der Mitte so gebogen, dafs sie einen Winkel bildet, von dem ein Schenkel parallel zur Dachfläche ist, während der andere horizontal liegt. Beide Schenkel sind durch eine kreisbogenförmige Stange *s* miteinander verbunden, welche durch eine in der unteren Seite der Firstpfette befestigte Krampe geführt ist.

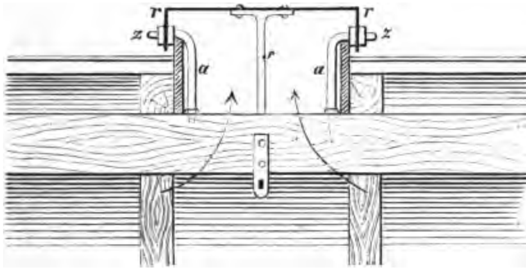


Fig. 91.

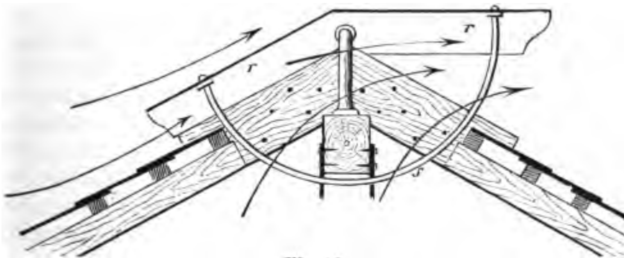


Fig. 92.

Zwei in die Pfette eingeschraubte, rechtwinkelig umgebogene Stangen *a a* haben an ihren Enden runde Zapfen *z z*, welche durch die umgebogenen Ränder der Blechplatte gehen, sodafs diese um die Zapfen drehbar ist. Diese Drehung kann jedoch nur so weit erfolgen, dafs die eine Hälfte der Blechtafel parallel zur Dachfläche ist, während die andere horizontal liegt.

Auf derjenigen Dachseite nun, welche der Wind bestreicht, wird die Blechtafel von demselben heruntergedrückt, sodafs nur eine kleinere Öffnung bleibt, durch welche der Wind hindurch und auf der anderen Seite durch die gröfsere Öffnung wieder hinaus fährt,

wodurch ein Ansaugen der im Dachraum befindlichen Luft bewirkt wird, die nun aus der unter der Blechtafel befindlichen Öffnung hinaus strömt.

Es ist nötig, dafs die Blechtafel genau im Gleichgewicht auf den Zapfen ruhe, damit der leiseste Wind dieselbe in die richtige Lage bringe.

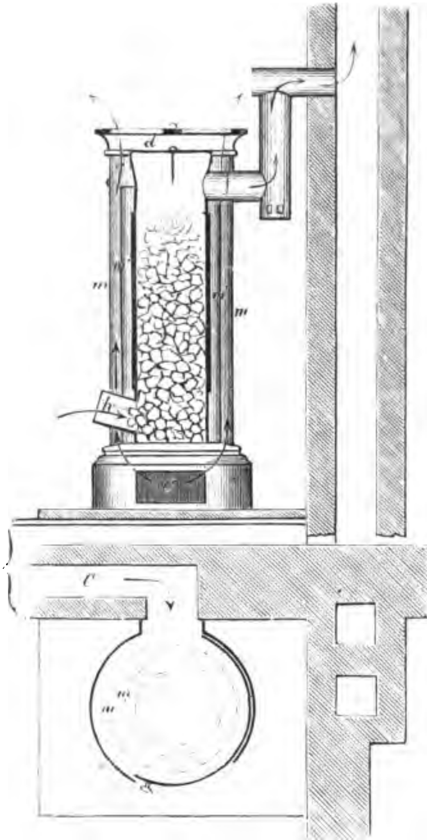


Fig. 93.

Aufser diesen Vorrichtungen zur Abführung der verdorbenen Luft ist, wenn der Ofen einen Rost hat, noch ein besonderer Kanal anzulegen, welcher die über dem Fufsboden des Zimmers befindliche Luft unter diesen Rost führt, damit die zur Verbrennung der Feuerungsmaterialien nötige Luft nicht dem Korridor oder Vorgelege, sondern dem Zimmer entnommen werde, wodurch auch eine Erneuerung der unteren Luftschicht bewirkt wird.

Die Meidingerschen Öfen (Fabrik: Eisenwerk Kaiserslautern in Kaiserslautern), welche mit und ohne Rost zu benutzen sind, haben einen den Mantel durchbrechenden Hals, durch welchen die Zimmerluft dem Feuerraum zugeführt wird. Durch eine verschiebbare Thür ist der Zug zu regulieren. Fig. 93 zeigt den Schnitt durch einen Meidingerschen Ventilationsofen und den Grundrifs; *C* ist der Luftzuführungskanal, ***m*** und ***m'*** sind die beiden Mäntel, zwischen welchen die Luft aufsteigt und erwärmt wird, ***h*** ist der Hals, ***d*** der aufzuklappende Deckel, durch welchen der Ofen gefüllt und angezündet wird.

Der den Ofen umgebende Doppelmantel verhindert zugleich,

dafs die strahlende Wärme des Ofens den in der Nähe stehenden Möbeln verderblich werde, und bewirkt, dafs die Luft überall im Zimmer eine fast ganz gleiche Temperatur hat. Der Unterschied der Wärme in der Nähe des Ofenmantels und in der vom Ofen am weitesten entfernten Zimmerecke ist so gering, dafs er nur mittels eines Thermometers, nicht aber durch das Gefühl zu bemerken ist.

In Zimmern, worin sich viele Menschen aufhalten, z. B. in Schulzimmern, müssen mehrere Abzugsrohre für die verbrauchte Luft angelegt werden, oder wenn nur eins angebracht werden soll, dasselbe einen bedeutenden Querschnitt erhalten. Man legt diese Rohre am besten in die Scheidemauern, welche keine Balken tragen, wo dieselben einen Querschnitt von 12 × 90 cm in $1^1/_2$ oder 2 Stein starken Mauern erhalten können.

Da diese Abführungsschornsteine aber wegen ungenügender Erwärmung den Dienst versagen, hat Verfasser dieses Werkes, diesen Übelstand erkennend, einen Ofen* konstruiert, welcher unabhängig von allen Witterungseinflüssen die Heizung, die Zuführung frischer Luft und die Abführung der verdorbenen Luft gleichzeitig in vollkommenster Weise besorgt.

Alle drei Thätigkeiten dieses Ofens sind durch Schieberstellungen mühelos, vollkommen dem Bedarf entsprechend, regulierbar, wodurch man im Stande ist, das Zimmer mit einer stets gleichmäfsig erwärmten, frischen, gesunden Luft zu versehen.

In den Fig. 94—97 ist ein solcher Ofen, der für gröfsere Räume berechnet ist, in verschiedenen Schnitten dargestellt.

Der Ofen kann sowohl als Füllofen geheizt werden und braucht dann täglich nur eine Füllung, kann aber durch rechtzeitiges Nachfüllen monatelang im Betriebe erhalten werden, oder als gewöhnlicher Ofen mit öfterem Nachfüllen.

Im ersteren Falle dienen Coaks oder Steinkohlen als Heizmaterial. Dieselben müssen jedoch nicht aus zu grofsen Stücken bestehen, aber auch nicht staubförmig sein. Am besten sind dieselben in der Gröfse einer Erbse bis zur Gröfse eines Hühnereies zu verwenden.

Der Ofen wird dann durch die Heizthür *h* bis zu der in Fig. 94 angegebenen Höhe mit diesem Material angefüllt, ein kleines Holzfeuer oben darauf entzündet und eine Schaufel voll

---

* Deutsches Reichspatent Nr. 1434, zu beziehen vom Eisenwerke Kaiserslautern in Kaiserslautern, durch den Verfasser. Der Ofen ist auch im „Deutschen Bauhandbuch", S. 429 und 430, und in der „Deutschen Bauzeitung" publiziert und in der Braunschweigischen baugewerblichen Ausstellung prämiiert.

Kohlen oder Coaks auf das brennende Holz geworfen. Der Brand geht dann erst von oben nach unten und danach wieder von unten nach oben.

Die durch die Thür *t* verschliefsbare Schlitzöffnung dient zur Luftzuführung bei schlechtem, staubförmigem Brennmaterial, welches sich zu dicht abgelagert hat, um die Luft von unten (durch den Rost *r*) durchzulassen, und zum etwa nötigen Stochen.

Bei gutem Brennmaterial ist diese Thür jedoch verschlossen zu halten.

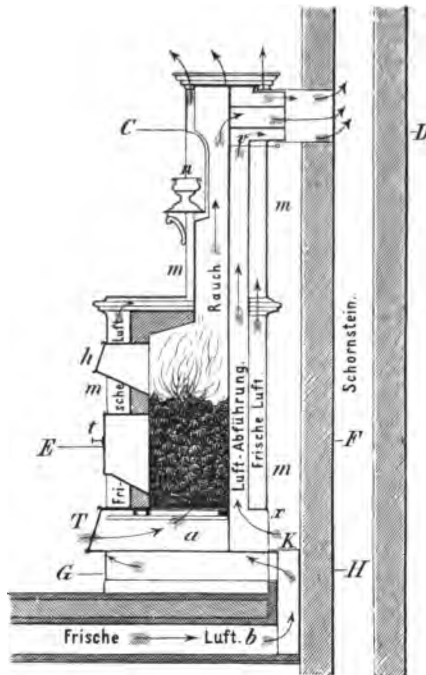


Fig. 94, Schnitt *A B.*

Die Thür *T* ist eine Schiebethür, durch deren weiteres oder geringeres Öffnen man den Brand nach Belieben regulieren kann. In dem Raume *a*, durch welchen die Luft zur Unterhaltung des Feuers strömt. ist ein Aschkasten angebracht.

Soll der Ofen als gewöhnlicher Ofen (nicht Füllofen) geheizt werden, so wirft man durch die Thür *h* etwas trockenes Holz und Spähne auf den Rost *r*, entzündet selbige mittels eines Papierstreifens, den man unter den Rost hält, und schüttet dann beliebiges Brennmaterial — Steinkohlen, Braunkohlen, Torf oder Coaks — darauf.

Die frische Luft wird durch einen ins Freie mündenden Kanal *b* in den Ofensockel geführt, sie steigt von da zwischen dem Ofen und dem Ofenmantel *m* in die Höhe, erwärmt sich am Ofen und strömt aus der oberen Mantelöffnung ins Zimmer. Die Richtung des Luftstromes ist überall durch Pfeile angedeutet. Die abgekühlte und zu Boden gesunkene Luft tritt bei *x* in den Luftabführungskanal, und wird von diesem in den Schornstein geleitet. Da der Luftabführungskanal nur durch eine starke Gufseisenplatte von dem Feuerraume *F* getrennt ist, so wird die in demselben befindliche Luft sehr stark erwärmt, sie steigt daher mit

grofser Schnelligkeit in die Höhe und tritt in den Schornstein mit einer Temperatur, welche der der Feuergase und des Rauches ziemlich oder genau gleich ist.

Es kann deshalb niemals ein Versagen dieser Luftabführung eintreten, wie auch die Erfahrung während dreier Winter bereits gelehrt hat.

Der Luftzuführungskanal kann durch den Schieber *S*, Fig. 95, ganz oder teilweise geschlossen werden. Wird er ganz geschlossen, so ist dadurch zugleich eine andere im Ofensockel bei *S* befindliche Mündung geöffnet, durch welche nun die Zimmerluft zwischen Mantel und Ofen geleitet wird; es erfolgt dann die sogenannte Cirkulation, welche man aber einzig morgens beim Anheizen eintreten lassen darf, um schneller das Zimmer zu durchwärmen.

Man kann aber auch, wenn kein starker Luftwechsel von nöten ist, den Luftzuführungskanal zum Teil schliefsen, wodurch ein Teil

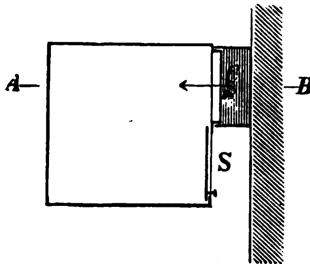


Fig. 95, Schnitt *G H*.

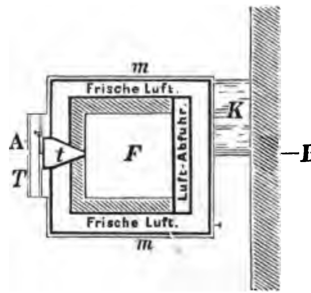


Fig. 96, Schnitt *E F*.

der zwischen Mantel und Ofen aufsteigenden Luft dem Freien, der andere Teil dem Zimmer entnommen wird.

In gleicher Weise kann man die Luftabführung regulieren, indem man den Schieber bei *v*, Fig. 94 und 97, ganz oder teilweise schliefst, wodurch die im Abführungskanal befindliche Luft wieder ganz oder teilweise ins Zimmer strömt.

Zur Bewirkung einer etwa notwendigen Anfeuchtung der Luft ist bei *n*, Fig. 94, in einer Nische eine Vase angebracht, welche mit Wasser gefüllt werden kann.

Der Luftzuführungskanal *b* läfst sich am leichtesten auch in vorhandenen Gebäuden dadurch herstellen, dafs man den ohnehin vorhandenen Zwischenraum zwischen zwei Balken, welcher nach oben durch den sogenannten Einschub oder Wellerboden, nach unten durch die darunter liegende Zimmerdecke geschlossen ist, dazu verwendet, wie auch in dem Schnitte Fig. 94 dargestellt ist. Man hat

nur noch eine Öffnung in der Aufsenmauer und eine durch den Fufsboden und die Einschubdecke anzubringen, und letztere mittels eines Blechkastens *K* mit der Sockelmündung zu verbinden.

Liegt der Ofen im Erdgeschofs, so hat man zur Herstellung des Luftzuführungskanals ein Fufsbodenbrett aufzunehmen, oder man führt die Luft vom Vorplatze ein, wenn dieser luftig genug ist. In einem oberen Geschosse sollte man die Luft nie vom Vorplatze nehmen. In Neubauten kann man jedoch auch besondere Kanäle in den Mauern zu diesem Zwecke anlegen.

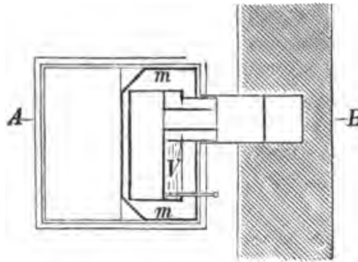


Fig. 97, Schnitt *C D*.

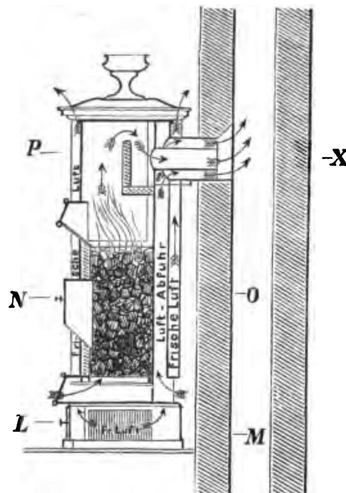


Fig. 98, Schnitt *I K*.

Der gröfste Luftwechsel, welcher als Leistung dieses Ofens bisher beobachtet und konstatiert wurde, betrug 1400 cbm pro Stunde.

Bei Verwendung von gutem Brennmaterial ist durch denselben ein Saal von 350 cbm Rauminhalt vollkommen gut zu heizen und zu ventilieren, wahrscheinlich ist es, dafs noch gröfsere Räume mittels desselben zu heizen sind. Man kann den Ofen jedoch auch für viel kleinere Zimmer verwenden, da man die Heizung sowohl, als auch die Ventilation ja nach Belieben vermindern kann, ohne Brennmaterial zu vergeuden.

Die grofse Wirksamkeit dieses Ofens als Ventilator macht denselben besonders für solche Räume geeignet, welche mit Menschen angefüllt sind oder aus anderen Gründen einer starken Ventilation bedürfen, z. B. Restaurationszimmer, Krankenzimmer, Schulzimmer, Sitzungszimmer, Bibliothekzimmer, Turnsäle, Tanzlokale u. s. w.*

* Der Mantel dieses Ofens besteht aus Gufseisen in reich verzierten Renaissanceformen und wird je nach Bestellung mit Bronzierung, Vernickelung oder Vergoldungen versehen. Der Preis des Ofens in Eisenfarbe beträgt 300 Mark incl. der Chamottesteine zum Ausfüttern desselben.

Eine andere Form dieses Ofens, welche in zwei Gröfsen, für Zimmer von 150—250 cbm Rauminhalt (kleinere nicht ausgeschlossen) zur Ausführung kommt, ist in den Figuren 98—101 in verschiedenen Schnitten dargestellt. Die Luftzuführung erfolgt hier vom Flur aus, wie in Fig. 99 im Horizontalschnitt nach *L M* dargestellt ist. Man kann jedoch auch, wie bei dem vorhin erläuterten Ofen, die Luft durch einen Kanal von aufsen her beziehen. Der Ofensockel läfst sich beliebig drehen, sodafs man der Mündung des Luftzuführungskanals im Ofensockel die Richtung geben kann, welche der Lage des Kanals entspricht.

Bei *S* befindet sich die Sockelmündung, welche der Zimmerluft den Zutritt gestattet, sobald der Schieber bei *S* in der Richtung des Pfeiles fortbewegt wird.

Der Mantel dieses Ofens besteht aus Eisenblech (Glanzblech, emaillirtes Blech oder gewöhnliches in der Eisenfarbe).

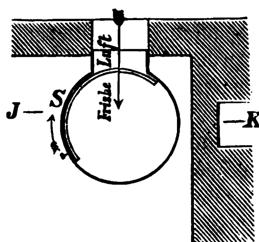


Fig. 99, Schnitt *L M.*

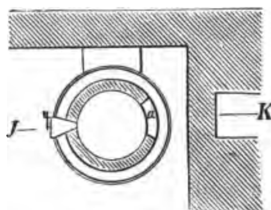


Fig. 100, Schnitt *N O.*

Durch den Ofenmantel wird zugleich die Wärmeausstrahlung des Ofens gemildert, sodafs man sich ganz in der Nähe desselben aufhalten kann, auch Möbel nahe an den Ofen stellen darf, ohne dafs dieselben leiden.

Die erwärmte frische Luft strömt durch den durchbrochenen Manteldeckel hindurch ins Zimmer; auf diesem Deckel steht die Vase, welche das zur Verdunstung bestimmte Wasser enthält.

Der zur Aufnahme des Brennmaterials dienende Feuerraum ist hier, wie auch bei dem vorhin beschriebenen Ofen mit Chamottesteinen ausgefüttert, sodafs ein Glühendwerden des Ofens nicht vorkommen kann.

Das Rauchrohr befindet sich ebenfalls, wie bei dem ersteren Ofen, inmitten des horizontalen Teiles des Luftabführungsrohres.

Auch dieser Ofen ist, aufser für Wohn- und Schlafzimmer, besonders für Schulzimmer, Krankenzimmer u. s. w. vorzüglich geeignet.

Die Heizung erfolgt in derselben Weise, wie bei dem oben beschriebenen.

Im Schnitte nach *N O* Fig. 100 bezeichnet *a* den Luftabführungskanal, in den Schnitten *P X* Fig. 101 und *I K* Fig. 98 ist der Schieber, mit welchem der Luftabführungskanal geschlossen werden kann, mit *v* bezeichnet.

Eine Reinigung dieser Öfen von Rufs ist mit gröfster Leichtigkeit vorzunehmen und in einigen Minuten auszuführen, da man nur den Ofendeckel abzuheben braucht, um sowohl in den Ofen, als auch in das Rauchrohr gelangen zu können.*

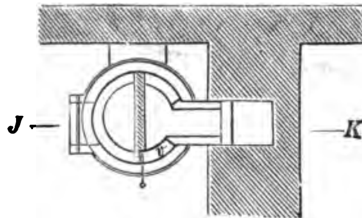


Fig. 101, Schnitt *P X*.

Der Querschnitt des Schornsteines, welcher die Verbrennungsprodukte und die abgeführte Zimmerluft aufzunehmen hat, mufs natürlich gleich den Querschnitten sämtlicher in ihn mündenden Rauch- und Luftrohre sein. Für den zuerst beschriebenen gröfsten Ofen genügt ein innerer Querschnitt von 16 cm × 20 cm. Beide Ofensorten lassen sich daher überall auch in vorhandenen Gebäuden anbringen, ohne dafs man nötig hat, besondere Schornsteine dafür aufzuführen, da die gewöhnlichen russischen Rohre meistens genügende Weite haben.

Ein Kachelofen, der ebenfalls frische, erwärmte Luft ins Zimmer und die verdorbene abführt, ist der Firma Romberg & Mehlmann in Berlin patentirt worden.

Bei diesem Ofen ist durch eine bedeutende Länge der Züge eine möglichst gute Ausnutzung der erzeugten Wärme erstrebt worden.

Die Luftzuführung und die Luftabführung erfolgt durch zwei hinter der Feuerwand des Ofens liegende, lotrechte Thonrohre, von welchen das ersterem Zwecke dienende mit der Aufsenluft in Verbindung gesetzt werden mufs, welche es durch seine obere Mündung vorgewärmt ins Zimmer führt. Das Luftabführungsrohr nimmt die verbrauchte Zimmerluft in der Nähe des Fufsbodens auf und führt dieselbe in einen besonders zu diesem Zwecke angelegten Schornstein, welcher womöglich zwischen zwei Rauchrohre zu legen ist.

Die Thonrohre haben eine lichte Weite von etwa 5 cm, werden also ein gewöhnliches Wohnzimmer wahrscheinlich ausreichend ventilieren.

Ein gewisses Luftquantum wird aufserdem durch jeden Ofen abgeführt, nämlich dasjenige, welches zur Verbrennung des Heiz-

* Auch dieser Ofen ist vom Eisenwerk Kaiserslautern in Kaiserslautern, auch durch den Verfasser, zu beziehen für den Preis von 110 M, die kleinere Sorte für 70 M.

materials dient und diesem durch die Rostspalten zugeführt wird. Diese durch die Verbrennung bewirkte Ventilation ist aber für einen Raum, der von mehreren Personen benutzt wird, niemals genügend.

Für die in einem Zimmer vorhandenen Hängelampen oder Gasflammen ist die Anbringung besonderer Ventilationsvorrichtungen ratsam, welche deren Verbrennungsprodukte sofort ableiten, ehe sie sich mit der Zimmerluft vermischen.

Für Zimmer, in welchen viele Lichtflammen brennen, ist eine besondere Ableitung der Verbrennungsprodukte sogar durchaus notwendig, weil dieselben sich sonst mit der eben eingeführten frischen Luft vermischen und diese für die Einatmung völlig untauglich machen würden. Über jedem Kronleuchter ist deshalb ein besonderer Dunstschlot anzulegen, der die Verbrennungsprodukte sofort ins Freie führt.

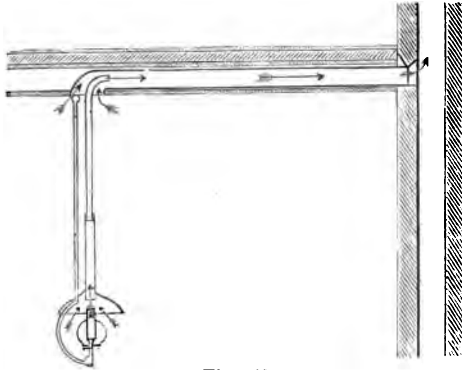


Fig. 102.

Über einzelnen Flammen befestige man je ein Blechrohr von etwa $2^1/_2$ cm Durchmesser mit nach unten gerichteter, trichterförmig erweiterter Mündung und leite dasselbe unter der Decke entlang bis in einen Schornstein.

Sind mehrere einzelne Flammen vorhanden, so kann man sämtliche aufsteigenden Blechrohre in ein gemeinsames, unter der Decke angebrachtes Sammelrohr leiten, dessen Querschnittsfläche dann gleich der Summe der Querschnittsflächen sämtlicher einmündenden Rohre sein mufs. Am besten ist es, den Querschnitt des Sammelrohres bei jeder näher zum Schornstein liegenden Einmündung eines aufsteigenden Rohres, diesem entsprechend zu vergröfsern.

In Restaurationen und anderen Lokalen, in welchen viel geraucht wird, thut diese Einrichtung auch noch zur Abführung des Tabaksrauches ihre guten Dienste. Es empfiehlt sich für solche

Räume, den Durchmesser der Blechrohre etwas gröfser anzunehmen, etwa = 3 bis 4 cm.

In Fig. 102 ist eine solche Ventilationsvorrichtung im Längenschnitt dargestellt, welche eine schnellere Abführung der oberen Luftschichten, in welchen sich hauptsächlich der Tabaksrauch verbreitet, dadurch bewirkt, dafs das über der Lichtflamme befindliche, stark erwärmte Rohr in ein unter der Decke oder, wie hier gezeichnet, zwischen den Deckenbalken angebrachtes weiteres Rohr einmündet, welches die durch eine runde Öffnung in der Decke einströmende Zimmerluft in den Schornstein führt.

Für solche Wohngebäude, welche nicht in verschiedenen Geschossen liegende Mietwohnungen enthalten, also für solche, welche nur eine Wohnung oder mehrere neben einander liegende Wohnungen enthalten, ferner für öffentliche Gebäude, Schulen, Säle, Gefängnisse u. s. w., ist eine Centralheizung der gewöhnlichen Ofenheizung in vielen Fällen vorzuziehen.

Die Centralheizung ermöglicht eine mehr gleichmäfsige Erwärmung der verschiedenen Räume, sie erfordert weit weniger Arbeit, indem nur auf einer Stelle Feuer zu unterhalten ist, und vermeidet die durch die gewöhnliche Ofenheizung hervorgebrachte Verunreinigung der Zimmer.

Eine Centralheizung kann eine Luftheizung, Warmwasser-, Heifswasser- und Dampfheizung sein.

Die Luftheizung erfordert bei weitem die wenigsten Anlagekosten. Die Dampfheizung ist hauptsächlich für Fabrikräume empfehlenswert. Es wird der Dampf, welcher der Maschine entströmt, durch gufseiserne oder Blechröhren geleitet, welche entweder unter dem Fufsboden der zu erwärmenden Räume oder an den Wänden derselben hin und her geleitet sind.

Die Central-Luftheizungseinrichtung besteht aus einer von massiven Mauern umgebenen, mit gewölbter Decke versehenen Heizkammer, welche gewöhnlich in der Mitte des Kellergeschosses angelegt wird. In dieser Kammer steht ein besonders zu diesem Zwecke konstruierter Ofen, welcher von aufsen geheizt wird. Am Fufsboden dieser Heizkammer mündet der Luftzuführungskanal, welcher die äufsere Luft in die Kammer leitet. Dicht unter dem Gewölbe mündet ein anderer Kanal, welcher einen gröfseren Querschnitt hat, als der erstere, und welcher die erwärmte Luft in die zu heizenden Zimmer leitet, zu welchem Zwecke andere Kanäle von kleinerem Querschnitt sich von denselben abzweigen. Die Summe der Querschnittsflächen der kleineren Kanäle ist gleich dem Querschnitt des Hauptkanals.

Die in den Zimmerwänden liegenden Mündungen dieser Kanäle sind durch Klappen oder Schieber ganz oder teilweise zu ver-

schliefsen, wodurch man die Zuführung der erwärmten frischen Luft regulieren kann.

Fig. 103 zeigt den Querschnitt einer Centralluftheizung, mit dem Centralschachtofen des Eisenwerks Kaiserslautern.

Die frische, kalte Luft tritt bei *g* durch die mit einem Drahtgitter geschlossene Kellerfensteröffnung in den Kanal *a* und wird von diesem bei *b* in die Heizkammer geleitet. Das Kellerfenster ist bei *f* angebracht.

Die in die Heizkammer geführte Luft steigt in der Richtung der Pfeile zwischen den Feuerkanälen *d*, *c*.... und seitlich von den-

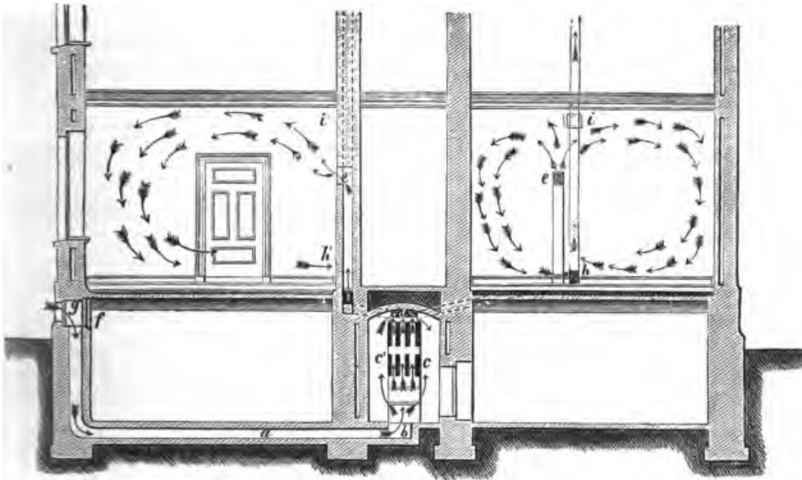


Fig. 103.

selben in die Höhe, erwärmt sich an den Wandungen derselben und tritt bei *d* in den Hauptkanal, von welchem sich die bei *e* und *e'* ausmündenden, in den Zimmerwänden liegenden Kanäle abzweigen.

Die den Mündungen *e* und *e'* entströmende frische, erwärmte Luft steigt zunächst an die Decke, sinkt bei ihrer Abkühlung nach und nach herunter und tritt bei *h* und *h'* in die Abführungsschornsteine, um von diesen zum Dache hinaus ins Freie geführt zu werden.

Die Gröfse der Heizapparate u. s. w. hängt von der Anzahl und Gröfse der zu erwärmenden Räumlichkeiten ab, und wird man am besten thun, die Bestimmung derselben den betreffenden Fabriken zu überlassen.

Eiskeller.

Die Eiskeller können in Verbindung mit anderen Kellerräumen (Lagerkeller) angebracht werden, wo sie den Zweck haben, letzteren durch Entziehung der Wärme eine niedrige Temperatur mitzuteilen, oder als für sich bestehende Baulichkeiten, bei welchen es mehr darauf ankommt, das Eis selbst möglichst lange zu conservieren, um es nach Belieben nach und nach verbrauchen zu können. Letztere können zu gleicher Zeit als Aufbewahrungsort von Nahrungsmitteln, welche zu ihrer Erhaltung einer niederen Temperatur bedürfen, als Fleisch, Bier u. s. w., benutzt werden.

Zur Erhaltung des Eises ist es notwendig, den Raum, worin dasselbe lagert, vollständig gegen das Eindringen der äufseren Luft zu sichern.

Die Wände, Decke und der Fufsboden des Eisraumes müssen aus schlechten Wärmeleitern bestehen, um das Eindringen der äufseren Luftwärme und der Erdwärme zu verhindern.

Das durch das allmähliche Schmelzen des Eises entstehende Wasser mufs sofort abfliefsen können.

Die in Verbindung mit den Lagerkellern einer Bierbrauerei angelegten Eiskeller liegen gewöhnlich an einem oder auch an beiden Stirnenden der mit Tonnengewölben überspannten Lagerkeller und sind mit diesen durch verschliefsbare Öffnungen verbunden. Es ist zweckmäfsig, die von Erde umgebenen Umfassungsmauern durch in denselben angelegte Hohlräume für die Erdwärme weniger durchdringlich zu machen.

Solche Eiskeller, bei welchen die Aufbewahrung des Eises die Hauptsache ist, sind am besten über der Erdoberfläche anzulegen.

Dieselben erhalten doppelte Umfassungswände, welche mindestens 0,50 m voneinander entfernt sind; besser ist es den Zwischenraum 0,80—0,90 m breit anzulegen.

Beide Wände können aus Bohlen konstruiert werden oder massiv sein. Vorzuziehen ist es, wenigstens die Aufsenmauer massiv zu machen.

Die Decke kann gewölbt sein (natürlich nur dann, wenn die Mauern massiv sind), oder aus einer verschalten Holzbalkenlage bestehen.

Der Zwischenraum der Wände wird mit einem Material, welches ein schlechter Wärmeleiter ist, ausgefüllt oder enthält nur einen feststehenden Luftraum, zu welchem Zwecke die Wände durch inneren Cementputz möglichst luftdicht hergestellt werden müssen. Ebenso wird die Decke mit einem solchen Material 0,50—**1**,0 m hoch beschüttet.

Als besonders zweckmäfsiges Füllmaterial ist Holzkohle zu empfehlen. Ferner dienen Kohlenschlacken, Asche und Torfgrus als Füllmaterial. Häcksel, Stroh, Sägespäne, Spreu und Flachsabfälle anzuwenden, ist nicht ratsam. Dieselben werden feucht und stockig, Sägespäne erzeugen den Schwamm.

Wenn der Eiskeller ganz massiv, auch mit gewölbter Decke aufgeführt wird, so kann man denselben mit einem Erdhügel um- und überschütten, welcher mit Bäumen und Buschwerk bepflanzt und mit Rasen abgedeckt wird. In diesem Falle sind auch doppelte Gewölbe zu empfehlen, und es bleibt der Zwischenraum der Gewölbe und Mauern ohne Ausfüllung.

Der Eingang ist nördlich anzulegen, derselbe erhält einen Vorbau und ist der Verschlufs durch mindestens zwei Thüren, welche hermetisch schliefsen, zu bewirken. Die Thüren können mit Strohmatten benagelt werden, welche zugleich den Thürfalz überdecken.

Einer besondern Sorgfalt ist der Anlage des Fufsbodens zu widmen.

Die schlechten Erfolge mancher Eiskelleranlagen liegen grofsenteils daran, dafs man diesen Teil desselben nicht gegen die Erdwärme und Feuchtigkeit sicherte.

Wir empfehlen folgende Herstellungsweise:

Man hebe den Grund des ganzen Raumes bis zur Tiefe der Fundamentsohle aus und stampfe eine Lage Steinbrocken oder Ziegelbrocken von etwa 0,10 m Dicke horizontal in denselben. Hierüber breite man eine Lage von Cementmörtel mit höchstens 2 Teilen Sandzusatz, um hierdurch eine wasserdichte Sohle zu bilden. Mit demselben Cementmörtel verputze man auch die innere Seite der Fundamentmauern, und wenn die inneren Mauern ganz massiv sind auch diese.

Auf diesen Cementboden bringe man eine Schicht Kohlenschlacken, über diese eine Betonschicht von etwa 0,10 m Dicke, und letztere verputze man wieder mit einem guten Cementmörtel.

Der Betonschicht und dem darauf angebrachten Cementfufsboden gebe man von allen Seiten Fall nach einem Abflufsrohre zu, welches zur Ableitung des Wassers dient.

Dies Abflufsrohr münde in ein kleines wasserdichtes Bassin, aus welchem ein zweites Abflufsrohr das Wasser weiter abführt. Die Mündung dieses zweiten Abflufsrohres im Bassin liege so viel höher, als die des ersten, dafs die Mündung des ersten immer unter Wasser bleibt, wodurch verhindert wird, dafs die äufsere Luft durch dieselbe in den Eisbehälter ströme. Das Bassin erhält einen abnehmbaren Deckel, damit eine Reinigung desselben vorgenommen werden kann.

Über dem oben beschriebenen Cementfufsboden des Eisbehälters

liegt eine mit starken Bohlenstreifen mit Zwischenräumen bedeckte Balkenlage, auf welche das Eis möglichst dicht aufgestapelt wird.

Das beste Dach eines solchen Eisbehälters ist ein Stroh- oder Rohrdach, doch kann man auch ein Pappdach oder ein Holzcementdach anwenden.

Ein weiter Dachüberstand zum Schutz der Mauern gegen die Sonnenstrahlen ist zweckmäfsig.

Ebenfalls ist eine Lage des Eiskellers im Schatten von Gebäuden oder Bäumen wünschenswert.

Eine mehr primitive Anlage eines Eisbehälters ist die, dafs man einen Kasten aus Bohlen herstellt und denselben mit dicken Torfmauern umgibt, und mit einem Strohdach abdeckt.

In noch einfacherer Weise kann man das Eis aufbewahren, indem man bei Frostwetter einen Eishaufen aufstapelt, denselben häufig mit Wasser begiefst, damit alle Zwischenräume der Eisschollen ebenfalls durch das gefrierende Wasser ausgefüllt werden, dann diesen Eishaufen mit einer dicken Strohlage umgibt und abdeckt.

Um später Eis herausholen zu können, wird ein kleines Loch in der Strohumschüttung gelassen, welches jedesmal nach der Benutzung wieder sorgfältig verstopft wird.

Der Boden, auf welchem ein solcher Eishaufen errichtet wird, mufs eine etwas erhöhte Lage haben, dafs eine Rinne zum Abflufs des Wassers angelegt werden kann. Der Eishaufen erhält eine Unterlage von Brettern, welche auf Querhölzern liegen. Auf diesen Bretterboden wird dann eine Strohlage geschüttet und darauf der Eishaufen angelegt.

Aborte.

Der Anlage der Aborte ist, mit Rücksicht auf die durchaus notwendige Abführung der denselben entsteigenden gesundheitsschädlichen Dünste, die gröfste Aufmerksamkeit zu widmen.

In Wohngebäuden kann man die Aborte schon dadurch vollständig geruchlos machen, dafs man von der Abortsgrube aus einen Kanal von ca. 16 cm im Quadrat in ein ebenso grofses Schornsteinrohr leitet, welches neben dem Küchenschornstein, oder noch besser zwischen zwei Küchenschornsteinen liegt. Da dieser Dunstschornstein stets erwärmt ist, so wird die Luft der Abortsgrube fortwährend durch denselben ausströmen. Die Abortsgrube braucht dann aufser der Brillenöffnung der Aborte weiter keine Luftöffnung zu haben. Die Luft strömt durch die Sitzbrille in die Abortsgrube und

von da in den Schornstein. Die Abortsgrube sowohl, als auch der Kanal und der Schornstein erhalten im Innern einen dichten Cementabputz.

In Fig. 104 ist eine Abortsanlage im Schnitte dargestellt, bei welcher keine Abfallrohre angewendet sind, die Excremente daher in die Abortsgrube gelangen, ohne auf dem Wege dahin teilweise hängen zu bleiben. Wenn in der Rückenwand des Abortes kein Fenster angebracht werden soll, so haben die auf I Trägern stehenden, $^1/_2$ Stein starken, in Cement gemauerten und beiderseitig mit Cement verputzten Mauern *w*, *w* die Breite des ganzen Abortes, andernfalls müssen sie in der Form von Schornsteinen aufgeführt werden, um den Platz für ein Fenster daneben zu gewinnen.

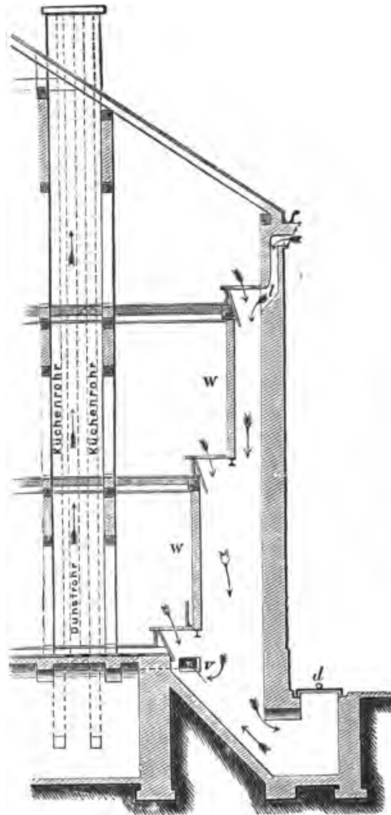


Fig. 104.

Die Abortsgrube ist mit Ziegelmauern umgeben, welche ebenfalls in Cementmörtel gemauert und mit $1^1/_2$ cm dickem Cementputz im Innern versehen sind.

Die Mauern der Abortsgrube dürfen nicht zugleich Kellermauern sein, sondern es ist zwischen denselben und den Kellermauern ein Raum von mindestens 20 cm Breite anzulegen, welcher mit fettem, festgestampftem Thon ausgefüllt wird.

Der Fufsboden, incl. des schräg liegenden Teils, wird gewöhnlich aus einem hochkantig in Cementmörtel verlegten Ziegelpflaster gebildet, welches ebenfalls mit Cementmörtel abgedeckt ist, kann jedoch auch aus einem guten Cementbeton bestehen, welcher mit feinem Cementmörtel verputzt ist.

v ist die Mündung des Luftabführungskanals, welcher die Dünste der Abortsgrube fortwährend dem zwischen zwei Küchenschornsteinen liegenden Dunstrohre zuführt.

Die Reinigungsöffnung der Abortsgrube ist durch einen aus starkem Eisenblech konstruierten Deckel *d* geschlossen. Die Luftdichtigkeit dieses Deckels wird durch den sogenannten Sandverschlufs bewirkt. Ein die Öffnung umgebender gufs- oder schmiedeeiserner Rahmen bildet eine, die Öffnung umfassende Rinne, welche mit Sand angefüllt wird und in welche nun der lotrechte Rand des Deckels hineinfafst.

Die Reinigung der Abortsgrube wird entweder durch Ausschöpfen, oder besser durch Auspumpen in einen verschlossenen Abfuhrwagen bewirkt.

Beim Auspumpen braucht die Öffnung der Abortsgrube nur ein kleines, rundes, durch eine Kapsel verschliefsbares Loch zu sein, in welches der Schlauch der Pumpe hineingesteckt wird.

Gröfsere Abortsanlagen, z. B. für Schulen, Fabriken u. s. w., werden am besten ganz freistehend auf dem Hofraum angelegt. Man überwölbe die Abortsgrube und führe den Dunst durch einen hohen Schornstein ab. Damit der Schornstein immer erwärmt sei und in Folge dessen einen aufsteigenden Luftstrom erzeuge, ist es ratsam, inmitten desselben eine Gasflamme fortwährend brennend zu erhalten. Die ebenfalls mit Cementmörtel im Innern (auch am Fufsboden) verputzte Abortsgrube darf aufser einer hermetisch verschliefsbaren Reinigungsöffnung und den von den Aborten in dieselbe führenden Fallröhren, sowie der Schornsteinöffnung keine weitere Öffnung haben.

Um die durch die rasche Zersetzung der Excremente bewirkte Entwickelung schädlicher Gase zu verringern, wurde oft neben der Abortsgrube eine tiefere Uringrube angelegt. Der Urin gelangt durch ein Drahtsieb oder eine durchlöcherte Eisenplatte aus der Abortsgrube in die ebenfalls mit Cement verputzte Uringrube.

Es wird hierdurch jedoch die Reinigung der Abortsgrube erschwert und unangenehmer gemacht, da sie jetzt mittels Schaufeln entleert werden mufs, während, wenn flüssige und feste Excremente zusammenbleiben, dieses mittels Pumpe und Schlauch geschehen kann, wodurch ein Aufdecken derselben überflüssig wird.

Für gröfsere Etablissements ist eine ringförmige Abortsanlage oft anwendbar. Um eine kreisrunde Abortsgrube, über welcher sich direkt der Schornstein erhebt, liegen die Aborte, welche von einem ringförmigen Korridor aus zugänglich sind.

Die Pissoirstände sind an der Umfassungsmauer angebracht. Die Breite des Ganges zwischen den Pissoirwandungen und den Aborten beträgt ca. 1,50 m.

Wasserleitung.

Der tägliche Bedarf an Wasser beträgt für eine Familie durchschnittlich 90 l.

Die Dimensionen der Zuleitungsrohre betragen:

a) für jeden Küchenauslaſs	13 mm	im Lichten
b) für ein Waschbecken	13 mm	» »
c) für ein Wassercloset	20 mm	» »
d) für eine Douche oder ein Brausebad	20 mm	» »
e) für ein Wannenbad	20 mm	» »

Der Durchmesser der Abfluſsrohe für a, d und e ohne Rücksicht darauf, ob nur ein oder mehrere Ausgüsse in das Rohr münden, ist für stehende Rohre = 50 mm, für liegende 65 mm; für b nicht unter 50 mm, ausgenommen für ganz kurze Abzweigungen, bei welchen eine Minimalweite von 38 mm zulässig ist.

Der Durchmesser der Abfluſsrohre für c ist nicht unter 100 mm bei stehenden Rohren und wenn bis 4 Closets in das Rohr einmünden. Bei einer gröſseren Anzahl von Closeteinmündungen ist die lichte Rohrweite zu 125 mm anzunehmen. Schräg liegende Rohre erhalten je nach der Zahl der Closeteinmündungen und dem Gefälle des Rohres 125—200 mm lichte Weite.

Bei Gebäuden, welche ein Halbgeschoſs haben, und welche nicht mit einer Wasserleitung versehen sind, empfiehlt es sich, im Dachboden ein Zinkreservoir anzubringen, in welches man das Regenwasser leitet. Damit kein Überflieſsen des Reservoirs vorkommen kann, lege man dicht unter dem oberen Rande des Reservoirs ein nach auſsen führendes Abfluſsrohr an.

Materialbedürfnis.

1 cbm Bruchsteinmauerwerk erfordert 1,25—1,30 cbm regelmäſsig aufgesetzte Bruchsteine, 140 l gelöschten Kalk und 280 l Sand.

1 cbm Ziegelmauerwerk erfordert 400 Stück Mauerziegel, 120 l gelöschten Kalk, 240 l Sand.

1 qm Fachwand, $^1/_2$ Stein stark, erfordert 35 Mauerzigel, 10 l Kalk, 20 l Sand.

1 laufendes Meter Rollschicht erfordert 13—14 Mauerziegel, 4—5 l Kalk, 8—10 l Sand.

1 qm Fachwand, Ausmauerung und $^1/_2$ Stein Verblendung erfordert 90 Mauerziegel, 27 l Kalk, 54 l Sand.

1 qm flachkantiges Ziegelpflaster erfordert 32 Mauerziegel, wenn ganz in Mörtel gelegt 7 l Kalk und bei 5 cm hohem Sandbett ca. 64 l Sand; wenn nur die Fugen vergossen 3—4 l Kalk, 60 l Sand.

1 qm hochkantiges Ziegelpflaster erfordert 56 Mauerziegel, und wenn ganz in Mörtel gelegt 12—14 l Kalk, 75 l Sand; wenn nur die Fugen vergossen 6—8 l Kalk, 64 l Sand.

1 qm flaches Kappengewölbe $^1/_2$ Stein stark in plano gemessen excl. Hintermauerung = 65 Mauerziegel, 24 l Kalk, 48 l Sand.

1 qm flaches Kappengewölbe incl. Hintermauerung erfordert durchschnittlich 72 Mauerziegel, 27 l Kalk, 54 l Sand.

1 qm Tonnengewölbe $^1/_2$ Stein stark in plano gemessen excl. Hintermauerung erfordert 82 Mauerziegel, 31 l Kalk, 62 l Sand.

1 qm desgl. 1 Stein stark erfordert 165 Mauerziegel, 68 l Kalk, 136 l Sand.

1 Herd 1,5 m lang, 0,75 m tief = 430 Mauerziegel.

1 steigendes Meter russisches Rohr in der Mauer liegend, erfordert als Zuschlag an Kalk zum inneren Ausputz, wenn 16 cm im Quadrat weit, 4 l Kalk, 8 l Sand; wenn 20 cm im Quadrat weit, 5 l Kalk, 10 l Sand.

Ein frei stehendes russisches Rohr von 16 qcm, wenn alle Wangen $^1/_2$ Stein stark sind	=	61 St.,	21 l Kalk,	42 l Sand.
Zwei dergl. nebeneinander	=	100 »	36 » »	72 » »
Drei dergl. »	=	140 »	41 » »	82 » »
Vier dergl. »	=	180 »	56 » »	112 » »
Ein desgl. wenn 1 Wange 1 Stein stark	=	83 »	28 » »	56 » »
Zwei dergl. do. do.	=	137 »	47 » »	94 » »
Drei dergl. do. do.	=	192 »	57 » »	114 » »
Vier dergl. do. do.	=	247 »	77 » »	154 » »
Ein frei stehendes russisches Rohr 16 × 20 cm weit, wenn alle Wangen $^1/_2$ Stein stark	=	65 St.,	23 l Kalk,	46 l Sand.
Zwei dergl. nebeneinander mit den kurzen Seiten zusammenliegend	=	108 St.,	40 l Kalk,	80 l Sand.
Drei dergl. do.	=	143 »	57 » »	114 » »
Vier dergl. do.	=	178 »	74 » »	148 » »
Ein desgl., wenn 1 Wange 1 Stein stark	=	89 »	31 » »	62 » »
Zwei dergl. do. do.	=	150 »	53 » »	106 » »
Drei dergl. do. do.	=	202 »	75 » »	150 » »
Vier dergl. do. do.	=	254 »	97 » »	194 » »
Ein frei stehendes russisches Rohr von 20 qcm, wenn alle Wangen $^1/_2$ Stein stark sind	=	70 St.,	25 l Kalk,	50 l Sand.
Zwei dergl. nebeneinander	=	115 »	42 » »	84 » »

Drei dergl. nebeneinander	= 160 St.,	59 l Kalk,	118 l Sand.
Vier dergl. do.	= 205 »	77 » »	154 » »
Ein desgl. wenn 1 Wange 1 Stein stark	= 95 »	32 » »	64 » »
Zwei dergl. do. do.	= 158 »	55 » »	110 » »
Drei dergl. do. do.	= 220 »	93 » »	186 » »
Vier dergl. do. do.	= 285 »	121 » »	242 » »
Ein frei stehendes besteigbares Rohr von 45 qcm, wenn alle Wangen $^1/_2$ Stein stark sind	= 120 St.,	42 l Kalk,	84 l Sand.
Ein desgl., wenn 1 Wange 1 Stein stark	= 160 »	54 » »	108 » »
Ein desgl., wenn 2 Wangen 1 Stein stark	= 200 »	66 » »	132 » »

1 qm Putz auf massiven Wänden erfordert	durchschnittlich	8	l Kalk.
1 qm » » Fachwänden	do.	8	» »
1 qm » » Kappengewölben in plano gemessen	do.	9	» »
1 qm » » Tonnengewölben in plano gemessen	do.	13	» »
1 qm Deckenputz auf Schalung ohne Gipszusatz	do.	9	» »
1 qm Wand- und Deckenputz mit Filz abzureiben	do.	2	» »
1 qm glatten Façadenputz	do.	10	» »
1 qm stark gequaderter Façadenputz	do.	12—15	» »
1 qm Rappputz	do.	6	» »
1 qm Putz zu schlämmen	do.	0,75	» »
1 qm desgl. und zweimal zu weifsen	do.	1	» »
1 laufender Meter Voute	do.	7	» »

Es ist hier überall doppelt soviel Sand zu rechnen als Kalk.

Ein Teil Kalk und zwei Teile Sand geben ca. 2,4 Teile Mörtel.

Ein Liter gebrannter Kalk gibt 1,7—2 l gelöschten Kalk.

Bei Backsteingesimsen ermittle man das Material dadurch, dafs man die Länge mal der Höhe mal der Ausladung berechne und für den dadurch gefundenen Kubikinhalt dieselben Ansätze mache, wie für gewöhnliches Ziegelmauerwerk.

Werden Formsteine zur Bildung der Gesimse verwendet, so mufs die Anzahl derselben aus den Schichten (ob Rollschicht, Läuferschicht, Kopfschicht oder einzelne Konsolen u. s. w. ermittelt werden.

Den zum Ziehen geputzter Gesimse nötigen Mörtel findet man annähernd, wenn man die doppelte Ausladung zu der Höhe addiert, und die hierdurch gefundene Ummessung mit der Länge multipliziert. sodafs man die Oberfläche in Quadratmetern erhält.

Für den Quadratmeter rechne man nun, je nachdem mehr oder weniger gebogene Gliederungen vorhanden sind, das Dreifache bis Doppelte des Mörtelverbrauchs für glatte Mauerflächen.

Zum Kalkputz kann nach Belieben ein Zusatz von Gips genommen werden, 1,3—3 l pro Quadratmeter, wodurch ein gleicher Teil an Kalkmörtel gespart wird.

---

1 qm Ziegelmauerwerk zu fugen = 2—2,4 l Kalk, 4—5 l Sand.
1 qm Fachwand do. = 1,5 » » 3 » »

1000 Steine in Cementmörtel zu pflastern erf. 2,58—3,08 Tonnen Cement.

1000 Steine im vollen Mauerwerk erf. 3,08—3,58 Tonnen Cement.

100 qm Ziegelmauerwerk auszufugen erfordert 2,0—2,5 Tonnen Cement.

100 qm glatter Façadenputz erfordert 5—8 Tonnen Cement.

Auf eine Tonne Cement können 200—400 l Sand gerechnet werden.

---

1 qm Lehmputz auf Wänden	erfordert	30	l	Lehm.
1 qm Lehmdecken	do.	70	»	»
1 qm Windelboden	do.	100	»	»
1 qm ausgestakte Fachwand	do.	140	»	»
1 Kachelofen	do.	500—600	»	»
1 cbm Lehmsteinmauer zu vermauern	do.	300	»	»

10 qm verschalte Decke oder Wand erfordern ca. 300 Stengel Rohr, ca. 80 Rohrnägel, 0,28 Ring Draht Nr. 23 oder 0,21 Ring Draht Nr. 24.

10 qm Fachwand erfordern ca. 100 Stengel Rohr, ca. 27 Rohrnägel und 0,18 Ring Draht Nr. 23 oder 0,12 Ring Draht Nr. 24.

Ein Bund Rohr hat ca. 450 Stengel Rohr von 1,9 m Länge.

Einheitspreise verschiedener Maurerarbeiten bei 3 Mark Tagelohn.

Nachstehende Einheitspreise sind die im Kostenanschlag aufzuführenden, wenn der Tagelohn eines Gesellen 3 Mark, eines Handlangers 2,25 Mark beträgt. Es ist dabei angenommen, dafs der Maurermeister resp. Bauunternehmer ein Meistergeld von 25% des Arbeitslohnes beziehe, also z. B. für einen Gesellen 3,75 Mark pro Tag erhalte. Natürlich können die angegebenen Einheitspreise nur

Mittelsätze sein und sind dieselben gröfstenteils vom Verfasser auf Grund seiner eigenen vieljährigen praktischen Erfahrungen aufgestellt.

1 cbm Erde ausheben und bis 50 m verkarren	M.	0,80
Für je 50 m weitere Verkarrung	»	0,15
1 cbm Fundamentmauerwerk aus lagerhaften Bruchsteinen herzustellen	»	2,60
1 cbm Fundamentmauerwerk aus Ziegeln	»	2,80
1 cbm Bruchsteinmauerwerk des Kellers auf einer Seite vorhaupt zu mauern	»	3,50
1 cbm Bruchsteinmauerwerk auf beiden Seiten vorhaupt zu mauern	»	4,20
1 qm Bruchsteinmauerflächen vor dem Vermauern hammerrecht zu bearbeiten	»	1,00
1 qm Bruchsteinmauerflächen vor dem Vermauern zu kröneln und die Steine quaderartig zu bekanten . . .	»	4,50
1 cbm äufseres Ziegelmauerwerk, welches gefugt werden soll, im Erdgeschofs sauber herzustellen	»	4,50
1 cbm desgl. für jedes höhere Geschofs Zulage	»	0,40
1 cbm inneres oder äufseres Mauerwerk, welches geputzt werden soll, im Erdgeschofs	»	4,00
1 cbm desgl. für jedes höhere Geschofs Zulage	»	0,40
1 qm Ziegelmauerfläche während des Aufmauerns mit besseren Steinen (Quartierstücken und halben Steinen) zu verblenden, Zulage	»	0,50
1 cbm Gurtbogen incl. Rüstung	»	6,00
1 cbm Ziegelmauerwerk in runder oder polygonaler Form, Zulage*	»	1,50
1 steigendes Meter $1^1/_2$ Stein breite Pfeilervorlage, $^1/_4$—$^1/_2$ Stein vorzumauern, Zulage . . . . (Hierbei ist erst das Mauerwerk des Pfeilers nach Kubikinhalt zu gleichen Preisen wie das Übrige zu berechnen.)	»	1,00
1 laufendes Meter Gurtgesims 4 Schicht hoch mit oder ohne Formsteine im Rohbau vorzumauern	»	1,20
1 laufendes Meter später zu verputzendes Gurtgesims 4 Schicht hoch vorzumauern	»	0,80
1 qm $^1/_2$ Stein starke massive Wand aufzuführen . . .	»	0,80
1 qm Fachwerk $^1/_2$ Stein stark auszumauern (die Fenster und Thüröffnungen sind in Abzug zu bringen) . . .	»	0,75

* Bei der Berechnung des Arbeitslohnes für Mauerwerk sind die Thür- und Fensteröffnungen, sowie Isolirluftschichten bis zu 0,07 m Breite für voll zu rechnen, also nicht in Abzug zu bringen. Bei der Materialberechnung werden die Öffnungen aber in Abzug gebracht.

1 qm Fachwerk $^1/_2$ Stein stark auszumauern und $^1/_2$ Stein stark zu verblenden, im Erdgeschofs	M.	1,50
1 qm desgl. für jedes höhere Geschofs Zulage	»	0,15
1 qm Tonnengewölbe $^1/_2$ Stein stark incl. Hintermauerung in plano gemessen incl. Vorhaltung und Aufstellen der Gerüste	»	3,20
1 qm desgl. 1 Stein stark	»	4,50
1 qm Kappengewölbe $^1/_2$ Stein stark wie oben	»	1,80
1 qm desgl. 1 Stein stark	»	2,50
1 qm halbkreisförmiges Kreuzgewölbe, in den Kappen $^1/_2$ Stein stark incl. Hintermauerung und Rüstung . . .	»	3,60
1 qm flaches Kreuzgewölbe $^1/_2$ Stein in den Kappen stark	»	3,00
1 qm Klostergewölbe $^1/_2$ Stein stark incl. Hintermauerung und Rüstung	»	3,20
1 qm Kuppelgewölbe $^1/_2$ Stein stark wie oben	»	3,50
1 qm desgl. 1 » » » »	»	4,80
1 qm böhmische Kappe $^1/_2$ Stein wie oben	»	2,40
1 qm Gewölbe in plano gemessen zum Ausfugen sauberer zu mauern, Zulage 20%.		
1 qm flaches Ziegelpflaster in Sand zu legen incl. Planieren des Sandes	»	0,55
1 qm desgl. die Fugen oder ganz in Mörtel	»	0,70
1 qm hochkantiges do. in Mörtel	»	1,00
1 qm Cementfufsboden auf flachem Ziegelpflaster herzustellen incl. Herstellung des Pflasters	»	1,20
1 qm desgl. auf hochkantigem Ziegelpflaster herzustellen incl. Herstellung des Pflasters	»	1,50
1 laufendes Meter Treppenstufe aus Flach- und Rollschicht bestehend incl. Cementputz auf die Vorder- und Stirnflächen	»	2,25
1 laufendes Meter desgl. auch die Oberfläche verputzt .	»	2,60
Für Mauerwerk in Cementmörtel pro Kubikmeter eine Zulage von	»	1,50
1 steigendes Meter russisches Rohr im Mauerwerk auszusparen und inwendig zu verputzen lichte Öffnung 16 qcm	»	0,60
» » 20 qcm	»	0,80
1 desgl. frei stehend 16 cm im Lichten	»	1,50
2 dergl. nebeneinander 16 cm » »	»	2,80
3 dergl. » 16 cm » »	»	4,10
4 dergl. » 16 cm » »	»	5,40
4 dergl. in einem quadratischen Kasten	»	5,00
1 steigendes Meter frei stehendes russisches Rohr 20 qcm	»	1,80
2 dergl. nebeneinander 20 qcm	»	3,30
3 dergl. » 20 qcm	»	4,80
4 dergl. » 20 qcm	»	6,30

4 steigende Meter frei stehendes russisches Rohr in einem quadratischen Kasten . . . . M. 5,80
1 qm Ziegel- oder Bruchsteinmauerwerk mit Kalkmörtel auszufugen . . . . » 0,40
1 qm desgl. mit Cementmörtel . . . . » 0,45
1 qm Rappputz auf Mauern und Gewölben . . . . . » 0,25
1 qm glatter Putz auf massiven Wänden . . . . . . » 0,40
1 qm desgl. auf Fachwerk incl. Rohr, Draht und Nägel . » 0,55
1 qm Rohrdecken- oder Bretterwandputz incl. Rohr, Draht und Nägel (einfache Berohrung) . . . . » 0,75
1 qm Putz fein aufzuziehen und zu filzen, Zulage . . . » 0,15
1 qm Kalkputz auf Façaden (glatt) . . . . » 0,45
1 qm Cementputz desgl. . . . . » 0,55
Quaderputz nach der Zahl und Tiefe der Fugen sowie nach deren Profilierung, Zulage . . . . M. 0,30 — 1,50
Deckenvoute pro Quadratmeter Fläche etwa das Vierfache des Quadratmeters Deckenputz.
1 qm Putzfläche zu schlämmen . . . . M. 0,05
1 laufendes Meter Treppenstufe aus Werkstein (nicht frei tragend) zu versetzen . . . . » 2,00
1 laufendes Meter frei tragende Treppenstufe zu versetzen, incl. Aussparung der Lager . . . . » 2,80
1 laufendes Meter Spindeltreppenstufe desgl. . . . . » 2,25
1 laufendes Meter Gurtgesims oder Sohlbänke aus Werkstücken zu versetzen durchschnittlich . . . . . . » 1,20
1 Balkenanker zu vermauern . . . . » 0,30
1 Bogenzuganker desgl. . . . . » 0,60

NB. Beim Putz sind ebenfalls keine Öffnungen in Abzug zu bringen, dafür braucht man dann aber das Verstreichen der Thürbekleidungen nicht besonders zu berechnen.

Einheitspreise verschiedener Zimmerarbeiten bei 3 Mark Tagelohn.

1 laufendes Meter Holz zu gewöhnlichen Gebäuden zu verbinden, zu richten und die Eisenteile, als Bolzen, Hängeeisen und Anker anzubringen . . . . M. 0,35 — 0,45
1 laufendes Meter Holz in Fachwänden zu hobeln und fasen . . . . M. 0,25

1 Sparrenkopf zu profilieren, durchschnittlich	M.	0,30
1 Pfettenkopf » » »	»	0,40
1 qm gehobelten und gespundeten oder verdübelten Fufsboden herzustellen, incl. Strecken der Lager oder Abgleichen der Balken und incl. Nägel, gewöhnliche Arbeit	»	1,50
1 qm desgl., saubere Arbeit	M. 1,80 —	2,00
1 qm rauhen Fufsboden oder Dachschalung in Nut und Feder herzustellen incl. Nägel	M.	0,80
1 qm desgl., die untere Seite behobelt	»	1,20
1 qm desgl., die untere Seite behobelt und die Bretterkanten mit Rundstab oder Kehle versehen	»	1,30
1 qm Einschubdecke aus Schalbohlen auf angenagelten Latten oder in Balkennute, im ersten Falle incl. Annageln der Latten und Lieferung der Nägel	»	0,50
1 qm Deckenschalung aus Brettern herzustellen incl. Nägel	»	0,40
1 qm do. aus Spalierlatten excl. Schneiden der Latten .	»	0,60
1 qm Dachbelattung für Schieferdächer mit 0,28 m Lattenweite nach dem Richtscheit incl. Nägel	»	0,50

Norm zur Berechnung des Honorars für architektonische Arbeiten.

Nachfolgende, nur auszugsweise wiedergegebene Norm ist dem vollständigen Abdruck der Grundsätze entnommen, welche der Verband Deutscher Architekten und Ingenieure in der im September 1868 abgehaltenen Versammlung angenommen hat.

Zum allgemeinen Prinzip der Berechnung gilt die Annahme, dafs das Honorar als ein Prozentsatz der Bausumme berechnet wird.

Die nähere Bestimmung ist abhängig:

1) von dem höheren oder niederen Rang der betreffenden Bauausführung:

2) dem Umfang der betreffenden Bauausführung, bestimmt durch die relative Höhe des Kostenanschlages, und

3) von der Art und dem Umfang der aufgewendeten Thätigkeit.

Sämtliche Bauwerke werden zu ihrer Rangbestimmung in 5 Bauklassen verteilt, deren eingehende Definition wir hier nicht bringen können.

Bei der relativen Höhe des Kostenanschlags sind 9 Abstufungen der Bauausführungen zu unterscheiden, welche der nachfolgenden Tabelle zur Honorarbestimmung für die Gesamtleistungen des Architekten zu Grunde gelegt sind.

Klassen der Bau-Ausführungen	Betrag des Honorars in Prozenten der Kostenanschlags-Summe bei einer Kostenanschlags-Summe (in Mark) von								
	2400 bis 6000 incl.	6000 bis 12000 incl.	12000 bis 24000 incl.	24000 bis 48000 incl.	48000 bis 72000 incl.	72000 bis 120000 incl.	120000 bis 300000 incl.	300000 bis 600000 incl.	über 600000
I.	5,0	4,6	4,2	3,8	3,4	3,0	2,6	2,2	2,0
II.	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,6	3,3	3,0
III.	8,0	7,2	6,5	6,0	5,5	5,0	4,6	4,3	4,0
IV.	9,5	8,9	8,3	7,7	7,1	6,5	6,0	5,5	5,0
V.	11,0	10,2	9,6	9,0	8,4	7,8	7,2	6,6	6,0

Bei der Berechnung für die einzelnen Leistungen des Architekten sind 6 Gesichtspunkte zu berücksichtigen. Die folgende Tabelle ist von diesen ausgehend berechnet.

Bezeichnung der Leistung	Betrag des Honorars in Prozenten der Anschlags-Summe bei einer Anschlags-Summe (in Mark) von:								
	2400 bis 6000 incl.	6000 bis 12000 incl.	12000 bis 24000 incl.	24000 bis 48000 incl.	48000 bis 72000 incl.	72000 bis 120000 incl.	120000 bis 300000 incl.	300000 bis 600000 incl.	über 600000
I. Bauklasse. (Gebäude in ländlicher Ausstattung.)									
Skizze	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,25	0,2
Entwurf ..	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4
Arbeitsrisse und Details	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,55	0,5	0,4
Kostenanschlag ..	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,25	0,2
Ausführung	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6
Revision ..	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,25	0,2	0,2
Zusammen	5,0	4,6	4,2	3,8	3,4	3,0	2,6	2,2	2,0
II. Bauklasse. (Gebäude in bürgerlicher Ausstattung.)									
Skizze	1,1	0,9	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,25
Entwurf ..	1,2	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6
Arbeitsrisse und Details	1,4	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8
Kostenanschlag ..	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,35	0,3	0,25
Ausführung	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9
Revision ..	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,25	0,2	0,2
Zusammen	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,6	3,3	3,0

Bezeichnung der Leistung	Betrag des Honorars in Prozenten der Anschlags-Summe bei einer Anschlags-Summe (in Mark) von:								
	2400 bis 6000 incl.	6000 bis 12000 incl.	12000 bis 24000 incl.	24000 bis 48000 incl.	48000 bis 72000 incl.	72000 bis 120000 incl.	120000 bis 300000 incl.	300000 bis 600000 incl.	über 600000
III. Bauklasse. (Gebäude in herrschaftlicher resp. monumentaler Ausstattung.)									
Skizze	1,4	1,1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3
Entwurf ..	1,4	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,85	0,8
Arbeitsrisse und Details	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,4	1,3
Kostenanschlag ..	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,25
Ausführung	2,0	1,8,	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1
Revision ..	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,25	0,25
Zusammen	8,0	7,2	6,5	6,0	5,5	5,0	4,6	4,3	4,0
IV. Bauklasse. (Gebäude in fürstlicher Ausstattung.)									
Skizze	1,7	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5	0,5	0,4
Entwurf ..	1,6	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9
Arbeitsrisse und Details	2,9	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,3	2,1	1,9
Kostenanschlag ..	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3
Ausführung	2,1	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2
Revision ..	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Zusammen	9,5	8,9	8,3	7,7	7,1	6,5	6,0	5,5	5,0
V. Bauklasse. (Dekorationen u. s. w.)									
Skizze	2,0	1,6	1,3	1,1	0,9	0,7	0,6	0,5	0,5
Entwurf ..	1,7	1,7	1,65	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,0
Arbeitsrisse und Details	3,7	3,7	3,7	3,6	3,5	3,3	3,1	2,9	2,6
Kostenanschlag ..	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3
Ausführung	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
Revision ..	0,6	0,5	0,45	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Zusammen	11,0	10,2	9,6	9,0	8,4	7,8	7,2	6,6	6,0

Für solche Leistungen, welche nicht nach Überschlagssummen berechnet werden können, sind Tagegelder zu berechnen, wobei folgende Taxen gelten:

1) Für $1/2$ Tag zu 4 Arbeitsstunden, min. . . . . . M. 12
» 1 » » 7 » » . . . . . » 21
» 2 u. 3 Tage und darüber zu je 7 Arbeitsst., min. » 18

2) Für den Zeitaufwand bei Reisen im Interesse von Arbeiten, welche dem Architekten nach der Tabelle vergütet werden, hat derselbe die Hälfte vorstehender Tagegelder zu berechnen.

3) An Reisekosten sind die baaren Auslagen zu ersetzen, wobei die Zehrungskosten per Tag mit 7,50 Mark, per Nacht mit 4,50 Mark angesetzt werden dürfen.

Alle Zeichnungen bleiben Eigentum des Architekten; der Bauherr kann Copien von dem Entwurf verlangen, diese aber nur für das betreffende Werk benutzen.

Anleitung zum Veranschlagen von Neubauten.

Um einen genauen Kostenanschlag für einen geplanten Neubau anfertigen zu können, mufs zuvörderst ein vollständiger Entwurf zu letzterem ausgearbeitet werden. Derselbe mufs enthalten:

1) Von jedem Geschosse einen Grundrifs, in welchen alle Längen- und Breitenabmessungen, als Längen und Breiten der einzelnen Räume, die Stärken der Mauern und Pfeiler, die Breiten der Treppen, Thüren und Fenster eingeschrieben sind. Um stets ganze Zahlen zu haben (also keine Decimalbrüche), pflegt man wohl alle Mafse in Millimetern einzutragen.

2) Mindestens eine Querschnittszeichnung, woraus die Dachkonstruktion deutlich erkennbar und die Länge der einzelnen Hölzer abzumessen ist. Alle Höhenabmessungen, als Höhe der Fundament-, Keller-, Geschofs- und Giebelmauern, lichte Höhen der Geschosse, der Thür- und Fensteröffnungen, Tiefe der Kellergrube und der Fundamentgräben von der Erdoberfläche aus, ferner alle Balken-, Pfetten-, Ständer-, Riegel-, Sparren- u. s. w. Stärken sind einzuschreiben — die Holzstärken in Centimetern.

   Sind Flügel- und Anbauten vorhanden, so müssen auch diese im Querschnitt dargestellt werden. Bei komplizierteren Anlagen ist auch ein Längenschnitt erforderlich.

3) Eine Zeichnung der Dachbalkenlage, und wenn die übrigen Balkenlagen von dieser wesentlich abweichen, so müssen sie auch besonders gezeichnet werden. Die Balkenlagen können in die Grundrifszeichnungen hineinpunktiert werden.

4) Eine Ansicht der Vorderfront; wünschenswert, wenn auch nicht durchaus notwendig, ist die Darstellung einer der Seitenansichten.
5) Wenn Bauteile vorkommen, deren Konstruktion oder künstlerische Ausbildung von der gewöhnlichen abweicht und die nicht aus den obengenannten Zeichnungen klar zu erkennen sind, so sind für dieselben Detailzeichnungen erforderlich.

Die für die Ausführung nötigen Detail- und Werkzeichnungen, z. B. die Gesimse, Thür- und Fenstereinfassungen, Thüren und Fenster u. s. w., sind für den Anschlag nicht durchaus erforderlich, können also nachträglich angefertigt werden. Vor der Aufstellung des Kostenanschlags mufs ferner eine genaue Massenberechnung derjenigen Gegenstände erfolgen, bei welchen Material und Arbeitslohn getrennt veranschlagt und bei welchen die Einzelpreise nach laufenden Metern, Quadratmetern und Kubikmetern berechnet werden.

Hierzu gehören vorzugsweise die Erdarbeiten, die Maurerarbeiten und die Zimmerarbeiten. Weniger gebräuchlich ist es, für die Dachdecker- und Tischlerarbeiten (letztere betreffs der Fufsböden, Fufsleisten, Paneele) vorhergehende Massenberechnungen aufzustellen.

Aus den berechneten Massen ist dann der Materialienauszug zu machen, zu welchem die nötigen Angaben unter der Überschrift „Materialbedürfnis“ zu finden sind.

Der dem Kostenanschlage häufig beigelegte Erläuterungsbericht hat hauptsächlich den Zweck, dem Bauherrn eine ihm verständliche Beschreibung des Neubaus zu liefern und etwa einzelne Einrichtungen und Konstruktionen zu begründen.

Die Erdarbeit.

Der Abhub der Ackererde (Humusschicht — Mutterboden) vom ganzen Bauplatze ist besonders in Ansatz zu bringen, da die Ackererde wegen ihrer Lockerheit leichter zu entfernen ist, als der tiefer liegende, sogenannte gewachsene Boden, welcher bei der Ausschachtung der Kellergrube und der Fundamentgräben in Betracht kommt. Von der Beschaffenheit des letzteren hängt es ab, ob und wieviel die Seitenwände der Kellergrube und der Fundamentgräben geböscht werden müssen. Für die Massenberechnung der auszuschachtenden Gräben und Kellergruben ist es genügend genau, wenn man die Breite der Fundamentgräben gleich der Fundamentbreite + einer Böschungsgrundlinie rechnet und diese mit Länge und Tiefe des Grabens multipliziert, ebenfalls der Breite und Länge der Kellergrube je eine Böschungsgrundlinie hinzusetzt.

Man verwandelt hierdurch also den trapezförmigen Querschnitt des Grabens oder der Grube in ein Rechteck von gleicher Höhe.

Die hierbei an den Ecken entstehenden Fehler sind nicht von Belang.

Wird die ausgeschachtete Erde zur Hinterfüllung der Fundamente und zur Ausfüllung zwischen den Sockelmauern nicht unterkellerter Bauteile nicht vollständig verbraucht, mufs also ein Teil derselben abgefahren werden, so ist bei der Ansetzung der Abfuhrmassen darauf zu achten, dafs 1 cbm vor der Ausschachtung berechnete Erde etwa 1,3 cbm lose Masse ergibt.

Die Maurerarbeit.

Alles massive Mauerwerk wird, sowohl um den Arbeitslohn als auch um den Materialbedarf ermitteln zu können, nach seinem körperlichen Inhalt berechnet, wobei natürlich nur durchaus dem Material wie auch der Ausführung nach gleichartige Teile zusammenaddiert werden können.

Auch die verschiedene Höhenlage sonst ganz gleichartiger Mauerteile bedingt eine Trennung der Ansätze; so sind z. B. bei mehrgeschossigen Gebäuden die Umfassungsmauern jedes Geschosses für sich zu berechnen, ebenso die Scheidemauern, weil der Arbeitslohn für die höher liegenden Geschosse pro Kubikmeter gröfser ist als für die niedrigeren, wegen des gröfseren Materialtransportweges.

Alle Thür- und Fensteröffnungen werden für die Materialberechnung in Abzug gebracht, für den Arbeitslohn jedoch nicht. Den in Abzug zu bringenden Kubikinhalt einer Fensteröffnung bestimmt man nach der äufseren Lichtöffnung des Fensters, welche mit der Mauerdicke multipliziert wird.

Isolierlufträume in den Mauern werden für die Materialberechnung in Abzug gebracht, jedoch mufs man etwa $^1/_3$ derselben für die Bindersteine davon abziehen.

Für den Arbeitslohn werden Isolierräume bis zu 7 cm Breite nicht in Abzug gebracht; bei gröfseren, wo die beiden Mauerteile etwa durch vollständige aufgehende Mauerpfeiler miteinander verbunden sind, ist es besser, dieselben in Abzug zu bringen, dafür aber den Arbeitslohn pro Kubikmeter um etwa 10 Prozent zu erhöhen.

Schornsteine werden am einfachsten zunächst als volles Mauerwerk berechnet und dem anliegenden Mauerwerk zuaddiert, dann für die Materialberechnungen die Öffnungen in Abzug gebracht, für den Arbeitslohn aber pro steigendes Meter eine Zulage gerechnet. Der inwendige und äufsere Putz derselben kann zu dem übrigen gleichartigen Wandputz hinzuaddiert werden. Für das Ausfugen des Schornsteins über dem Dache und Herstellung des Schornsteinkopfes mufs dann ein besonderer Ansatz gemacht werden.

Die Ausmauerung der Fachwerkswände wird nach Flächeninhalt berechnet mit Abzug der lichten Thür- und Fensteröffnungen, ohne Abzug des Holzwerkes, und zwar sowohl für Material- als Arbeitslohnbestimmung.

Innerer Wandputz nach Flächeninhalt ohne Abzug der Fensteröffnungen mit Abzug der Thüröffnungen, für Arbeitslohn und Material, wobei aber für das Nachputzen an den Thürbekleidungen im Kostenanschlag ein besonderer Ansatz gemacht werden mufs, oder ohne Abzug der Thüröffnungen, wobei für das Nachputzen nichts gerechnet wird. Es ist der Putz auf massive Wände, der Putz auf Fachwerkswände und der Putz auf Bretterwände jeder besonders anzusetzen, wegen der bei den beiden letzteren nötigen Berohrung.

Äufserer Wandputz nach Flächeninhalt ohne Abzug der Öffnungen, sowohl für die Material- als auch für die Arbeitslohnberechnung, da man die Fensterlaibungen nicht besonders berechnet, sondern sie den Öffnungsflächen gleichschätzt (was allerdings nicht immer zutrifft).

Hier mufs glatter Wandputz und gequaderter Wandputz jeder für sich angesetzt, für Füllungen u. s. w. etwa unter den Fenstern besondere Zulagen gerechnet werden. Thür- und Fensterumrahmungen und Bekrönungen werden entweder stückweise oder nach laufenden Metern angesetzt.

Gesimse, Sohlbänke und Sockelprofilierungen, sowohl solche, die aus natürlichen Steinen gearbeitet, als auch solche, die in Putz gezogen sind, werden — jedes für sich — nach laufenden Metern berechnet. Für Verkröpfungen, Ecken und Winkel je eine Zulage; es können deshalb die Längen an den Wänden gemessen werden.

Wandpfeiler, Lisenen werden zunächst mit zu dem anliegenden Mauerwerk, resp. den anliegenden Putzflächen gerechnet, dann aber nochmals nach steigenden Metern angesetzt, für welche im Arbeitslohn eine Zulage gerechnet wird.

Konsolen, Kapitäle u. s. w. anzubringen ist stückweise anzusetzen.

Deckenputz nach Flächeninhalt.

Vouten und Deckengesimse für den Arbeitslohn nach laufenden Metern; für die Materialberechnung ist der Flächeninhalt zu ermitteln.

Fufsböden, sowohl gepflasterte als aus einem Estrich bestehende werden für Arbeitslohn- und Materialermittelung nach Flächeninhalt berechnet.

Gewölbe werden ebenfalls bei den Ermittelungen nach Flächeninhalt und zwar in plano (wie z. B. Fufsböden) gemessen. Für

Gewölbe von gröfseren Spannweiten und starker Krümmung sind jedoch genauere Inhaltsberechnungen nötig.

Für Vorhaltung der Geräte und Gerüste wird 4—5 Prozent des Arbeitslohnes gerechnet.

Die Steinmetzarbeit.

Die Lieferung von Quadern wird nach körperlichem Inhalt berechnet, die Bearbeitung der Aufsenflächen (spitzen, kröneln, scharrieren, schleifen) nach dem Flächeninhalt.

Treppenstufen, Material und Arbeitslohn zusammen nach laufenden Metern; die Form und Bearbeitungsweise der Stufen mufs angegeben werden.

Gesimse aller Art, Sohlbänke, Deckplatten zur Abdeckung von Mauern, werden ebenfalls incl. Material nach laufenden Metern berechnet. Um bei derartigen Arbeiten den Preis pro laufendes Meter zu ermitteln, berechnet man zunächst den Kubikinhalt des roh bossierten Steines pro laufendes Meter, aus welchem das betreffende Profil gearbeitet werden kann, dann den Flächeninhalt der gekrümmten und den der ebenen bearbeiteten (meist geschliffenen) Aufsenflächen pro laufendes Meter und setzt dafür die vom Steinmetzen beanspruchten Preise an.

Säulen- und Pilasterkapitäle und Basen sind stückweise aufzuführen, ebenso Konsolen, Vasen, ganze Säulen, Ballustren u. s. w.; Säulen- und Pfeilerschäfte können auch nach steigenden Metern berechnet werden. Die Ermittelung des Preises für einfache profilierte Teile wird in ähnlicher Weise wie bei den Gesimsen vorgenommen, für reicher ausgeführte, mit Ornamentik verzierte Arbeiten mufs man das Urteil des Steinmetzen resp. Bildhauers in Anspruch nehmen.

Die Zimmerarbeit.

Die Lieferung der Bauhölzer wird stets nach körperlichem Inhalt erfolgen, wobei oft eine Trennung der längeren und stärkeren Hölzer bis zu einer gewissen Grenze und der kürzeren und schwächeren Hölzer nötig ist, weil in manchen Gegenden erstere höher im Preise stehen als letztere.

Der Arbeitslohn, welchen das Verbinden und Richten incl. Anbringung der Eisenteile erfordert, wird nach laufenden Metern angesetzt. Auch hier wird oft eine Trennung der einzelnen Arbeiten beliebt, nämlich die Balkenlagen, die Wände und das Dachwerk, jedes zu besonderem Preise pro laufendes Meter angesetzt, häufig jedoch auch alles zu gleichem Preise veranschlagt.

Das Hobeln und Fasen der Hölzer, z. B. der Schwebesparren,

der Aufsenseiten der Hölzer, äufseren Fachwerkswände wird nach laufenden Metern berechnet.

Das Behauen der Hölzer ist entweder im Materialpreise mit inbegriffen, oder besonders in denjenigen Orten, wo das Bauholz im roh behauenen Zustande in den Handel kommt, also ein genaueres Behauen und Nachbeilen nötig ist, im Arbeitslohnsatz pro laufendes Meter mit enthalten. Ebenfalls ist bei geschnittenen Hölzern das Beschneiden resp. Aufschneiden im Materialpreise enthalten. Auch die Transportkosten bis zum Zimmerplatze, oft auch bis zur Baustelle werden nicht besonders angegeben, sondern werden dem Materialpreise zugeschlagen.

Bei Fundierungsarbeiten sind natürlich die Hölzer als Pfähle, Schwellen, Zangen, Spundwände, was das Material betrifft, nach Kubikmetern, Bohlenbelag und schwächere Spundwände nach Quadratmetern zu berechnen; die Arbeitslöhne für das Einrammen der Pfähle stückweise, für Spundwände nach laufenden Metern in der Länge der Spundwand gemessen; für beide läfst sich aber erst nach probeweisem Einrammen der Pfähle und Spundbohlen ein annähernder Preis festsetzen. Am besten werden diese Arbeiten in Tagelohn unter beständiger Aufsicht hergestellt.

Bei Bretterarbeiten, als Dach- und Deckenschalung, Bretterwände und Fufsböden u. s. w. wird sowohl die Material- als auch die Arbeitslohnberechnung nach Flächeninhalt aufgeführt und es können Materialpreis und Arbeitslohn sowohl zusammen, als auch getrennt berechnet werden. Wenn das Material für sich aufgeführt wird (Bretter oder Bohlen), mufs demselben 5—10 Prozent hinzuaddiert werden, ersteres, wenn die Bretter in die Fugen stumpf zusammenstossen, letzteres, wenn sie in Nut und Feder verlegt werden sollen.

Lattenwände und Dachbelattungen sind am einfachsten nach Flächeninhalt der Wand oder der Dachfläche anzusetzen mit Angabe der Entfernung der Latten voneinander, wonach sich der Preis richtet. Es kann nun Arbeitslohn und Materialpreis zusammen oder getrennt aufgeführt werden, im letzteren Falle sind die Latten nach laufenden Metern auszuziehen.

Treppen werden meistens nach ihrer Stufenzahl aufgeführt, wobei ein Podest = 3—4 Stufen oder auch quadratmeterweise gerechnet wird. Arbeitslohn und Materialpreis wird hier stets zusammen aufgeführt.

Hölzerne Gesimse sind nach laufenden Metern, Arbeitslohn incl. Materiallieferung anzusetzen.

Leistenthüren und Thore entweder stückweise oder nach Quadratmetern Flächeninhalt aufzuführen.

Fufsleisten nach laufenden Metern, Arbeitslohn incl. Materiallieferung.

An vielen Orten werden Fufsböden, Leistenthüren, Treppen und Fufsleisten von den Tischlern hergestellt.

Die Ausstakung der Balkenfelder nach Flächeninhalt, Arbeitslohn incl. Material.

Für die Vorhaltung von Geräten und Rüstungen wird an einigen Orten 2—3 Prozent des Arbeitslohnes, an anderen Orten aber nichts berechnet.

Am Schlusse der Holzberechnung werden 5 Prozent der einzelnen Hölzer für Verschnitt hinzuaddiert.

Die Dachdeckerarbeit.

Bei dieser kommt natürlich stets der Flächeninhalt zum Ansatz; Arbeitslohn und Materialpreis kann zusammen oder getrennt aufgestellt werden. Ersteres kommt fast stets vor bei Schiefer-, Platten-, Zink-, Eisenblech-, Papp-, Asphalt- und Holzcementdächern, letzteres geschieht häufig bei Ziegeldächern aller Art, Stroh- und Rohrdächern.

Stellenweise wird auch die Lattung von den Dachdeckern mit geliefert, die etwaige Dachschalung wird jedoch fast überall zu den Zimmerarbeiten gerechnet.

Bei Schiefer- und Plattendächern ist darauf zu achten, dafs die Eindeckung an den Traufen und oft auch an den Giebeln, an den Wetterseiten auch an den Graten und Firsten die Schalung oder Lattung um etwa 10 cm überragt, also mehr Flächeninhalt hat, als letztere.

Bei Ziegeldächern werden die First- und Grateindeckungen stets extra nach laufenden Metern berechnet.

Die Kehlen werden bei allen Dächern besonders angegeben und zwar in laufenden Metern.

Die durch die Schornsteindurchbrechungen und Dachfenster hervorgebrachten Verminderungen der Dachfläche werden meistens nicht in Abzug gebracht, häufig sogar noch für die Eindeckung derselben etwas hinzugerechnet.

Für das Dichtmachen an über die Dachfläche hinaus aufgeführten Giebelmauern wird pro laufendes Meter eine Zulage gerechnet.

Die Klempnerarbeit.

Die Zinkblechdächer, welche als Leisten-, Falz- und Wellendächer in verschiedenen Ausführungsarten vorkommen, werden nach Flächeninhalt und, wie alle Klempnerarbeiten, Arbeitslohn und Materialkosten zusammen in Ansatz gebracht; Dunstfänge und Rauchmäntel desgleichen nach Flächeninhalt, Dachrinnen, Abfallrohre,

Kehlen, Gesimsabdeckungen nach laufenden Metern mit Angabe der Breite des dazu erforderlichen Zinkbleches, bei Rohren mit Angabe des Durchmessers.

Auch die Nummer des Zinkblechs mufs angegeben werden.

Die Tischlerarbeit.

Wohl überall wird hier Arbeitslohn und Materialienpreis zusammengerechnet.

Fufsböden, Deckentäfelungen und Täfelungen ganzer Wandflächen sind nach Flächeninhalt anzugeben, Fufsleisten, Wandpaneele und Gesimse nach laufenden Metern.

Fenster werden entweder stückweise oder auch nach Flächeninhalt angegeben, im letzteren Falle ist es Breite mal Höhe des Blindrahmens. Die Fensterbretter werden dann besonders nach laufenden Metern, den Breiten nach getrennt aufgeführt oder nach Quadratmetern.

Thüren werden entweder stückweise incl. Futter und Bekleidung, oder nach Flächeninhalt, die Thüre für sich und das Futter für sich von sämtlichen gleichartigen Thüren zusammenaddiert, die Bekleidungen aber nach laufenden Metern angesetzt.

Wenn die Thüren stückweise aufgeführt werden, so sind natürlich nur ganz gleichartige zusammenzuaddieren. Die Preisunterschiede werden sowohl durch verschiedene Gröfse der Thüren, als auch verschiedene Breite und Ausführung der Thürfutter und Bekleidungen hervorgebracht.

Treppen, Leistenthüren und Thore wie unter „Zimmerarbeit" angegeben.

Die Schmiede- und Schlosserarbeiten.

Arbeitslohn und Material ist auch hier nicht zu trennen. Die gröberen Arbeiten, als Anker, Bolzen, Zugstangen, Hängeeisen u. s. w. werden nach Gewicht bezahlt, es ist also das Gewicht aus dem körperlichen Inhalt zu berechnen oder bei oft vorkommenden Gegenständen, wie z. B. Anker, nach Erfahrungssätzen anzugeben.

Fensterbeschläge werden pro Fenster bezahlt, es ist anzugeben, aus welchen Teilen der Beschlag bestehen soll und ob das Fenster 1-, 2-, 3- oder 4flügelig ist.

Thürbeschläge werden pro Thüre angesetzt, wobei auch die Art des Beschlages und die einzelnen Teile desselben zu benennen sind.

Die Maler- und Anstreicherarbeiten.

Es sind zu unterscheiden die Arbeiten mit Kalkfarben, welche zum Anstrich äufserer verputzter Mauerflächen dienen,

Leimfarben zum Anstrich und zur Dekoration innerer Wandflächen und Decken,

Ölfarben, welche sowohl für äufsere als auch für innere Wandflächen, besonders aber für Holzflächen zur Verwendung kommen,

Lackfarben, welche für Holzflächen verwendet werden, wo es sich um schnelles Trocknen handelt.

Aufserdem werden mit Ölfarben gestrichene Holzflächen häufig lackiert, wodurch sie glänzend und um vieles dauerhafter werden. Nur im Innern der Gebäude dürfen Holzflächen lackiert werden, da der Lack nicht wetterbeständig ist. Äufsere Holzflächen, z. B. die Fensterrahmen werden mitunter in Öl holzartig lasiert.

Der Anstrich äufserer Façadenflächen wird nach Flächeninhalt ohne Abzug der Thür- und Fensteröffnungen, aber auch ohne Aufmessung der Fenster- und Thürlaibungen und der Gesimsausladungen berechnet. Nur wenn hölzerne Gesimse vorhanden sind, die ja mit Ölfarbe gestrichen werden müssen, werden diese bei der Façadenaufmessung nicht mit gemessen, dagegen ihre Oberfläche — (ganze Ausladung + ganze Höhe) mal Länge* — besonders in Rechnung gezogen.

Innere Wandflächen werden ebenfalls nach Flächeninhalt mit Abzug der Thüren, ohne Abzug der Fenster, wenn die Laibungen letzterer ebenfalls wie die Wände gestrichen werden, berechnet.

Decken nach Flächeninhalt. Die Preisunterschiede richten sich nach der mehr oder minder reichen Dekoration.

Thüren nach Flächeninhalt der wirklich gestrichenen Fläche; nur die Kanten der Thüre und Bekleidung werden nicht mit gemessen.

Fenster nach Flächeninhalt der lichten Maueröffnung, also nur auf einer Seite gemessen. Wenn der Anstrich inwendig und aufsen nicht gleichartig ist, z. B. innen lackiert und aufsen einfach gestrichen, so wird für jedes der halbe Flächeninhalt der Fensteröffnung gerechnet, oder für das Ganze ein Mittelpreis angesetzt.

Fensterbretter und alle sonstigen Flächen stets nach Flächeninhalt.

Fufsleisten und Gesimse können auch nach laufenden Metern aufgeführt werden, für die der Preis, ihrer Fläche pro laufendes Meter entsprechend, angesetzt wird.

---

* Die Gesimsabdeckung von Zinkblech braucht nicht gestrichen zu werden, ist hierin auch nicht mit enthalten.

Vergoldungen werden ähnlich wie Anstriche nach laufenden oder Quadratmetern berechnet.

Die Glaserarbeit.

Dieselbe wird nach dem Flächeninhalt berechnet, wobei der Kittfalz mit gemessen wird. Bei Fenstern, die nach innen aufschlagen, ist etwa $1/4$, bei solchen, die nach aufsen aufschlagen, etwa $1/3$ der lichten Maueröffnung Holzfläche, das übrige Glasfläche. Es ist jedoch besser, beim Veranschlagen für jede Fenstersorte die genaue Glasfläche auszurechnen.

Die Tapeziererarbeit.

Das Tapezieren der Wände wird am einfachsten nach Quadratmetern wirklich tapezierter Wandfläche angesetzt, und das Ankleben der Borten mit hineingerechnet, also nicht besonders in Ansatz gebracht. Auf $3^1/_2$ qm Wandfläche kann man 1 Stück Tapete rechnen, während die Borte nach laufenden Metern berechnet wird.

Die Töpferarbeit.

Die Lieferung und das Aufsetzen von Kachelöfen und Kochherden wird insgesamt berechnet. Die Gröfse der Öfen wird meistens nach der Zahl der Kacheln, welche dieselben der Länge, Breite und Höhe nach aufweisen, benannt.

Die Eisengufs- und Eisenwalzarbeiten.

Öfen, Kaminschieber, Herdplatten und ganze Kochherde, Fenster und kleinere Gitter werden stückweise in Ansatz gebracht, dagegen gufs- und schmiedeeiserne Säulen, Träger, Unterlagsplatten und sonstige gröfsere Konstruktionsteile nach Gewicht berechnet.

Insgemein.

Unter diesem Titel werden diejenigen Arbeiten aufgeführt, die unter den vorhergehenden nicht untergebracht werden konnten, aufserdem eine Summe ausgeworfen zur Deckung für nicht vorherzusehende Kosten. Diese Summe, welche höchstens 5 Prozent der Anschlagssumme betragen darf, wird so angenommen, dafs die Gesamtsumme dadurch abgerundet wird.

Bureaukosten.

Hierzu gehören die Kosten für die Anfertigung der Skizze, des Entwurfes, des Kostenanschlages, der Arbeitsrisse, des Revisionsanschlages und die Kosten der Bauführung, wofür in der folgenden Tabelle die mittleren Sätze gegeben sind. Die Kosten für den mitunter nötigen Bauaufseher sind in den Sätzen der Tabelle nicht mit inbegriffen.

Der Revisionsanschlag.

Der Revisionsanschlag wird nach Vollendung des Baues genau in derselben Form aufgestellt, wie der vorhergegangene Kostenanschlag, und zwar enthalten die einzelnen Positionen die den gleichen Positionen des Kostenanschlags entsprechenden, wirklich ausgeführten Arbeiten mit Angabe der wirklichen mit den Unternehmern vereinbarten Preise und Kosten. Wo etwa Abweichungen in der Zahl und Art der ausgeführten Bauteile von den im Kostenanschlage aufgeführten vorkommen, mufs solches in einer hierfür eingerichteten Rubrik begründet werden. Die Aufstellung von Revisionsanschlägen wird bei Staats- und Kommunalbauten stets, bei Privatbauten aber nicht immer verlangt.

Der Kostenüberschlag.

Um dem Bauherrn, nachdem derselbe das ihm in der Skizze vorgelegte Bauprojekt genehmigt hat, eine ungefähre Kostensumme nennen zu können, macht man den Kostenüberschlag, indem man von einem Gebäude, welches dem projektierten an Höhe und Bauart ähnlich ist und dessen Baupreis man kennt, die Kosten eines bebauten Quadratmeters Grundfläche berechnet, und den gefundenen Wert auch für das projektierte Gebäude einsetzt.

Diese Wertbestimmung wird natürlich immer nur annähernd richtig sein.

Der Wertanschlag oder die Taxe.

Für fertige Neubauten oder auch ältere Gebäude wird oft eine von Sachverständigen aufgestellte Wert-Taxe verlangt, sei es um einem Verkauf als Grundlage zu dienen oder zur Aufnahme in eine Feuerversicherung.

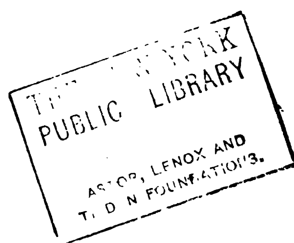
Diese Taxe wird nun am einfachsten ganz ebenso gemacht, wie beim Kostenüberschlag, nur dafs bei älteren Gebäuden auf die durch

Abnutzung und vermehrte Reparaturbedürftigkeit bedingte Wertverminderung Rücksicht zu nehmen ist.

Bei Taxen für die Feuerversicherung ist auf die durch ein günstige Lage (etwa in einer Hauptverkehrsstrafse oder in anmutig Gegend) erhöhten, oder durch ungünstige Lage verringerten V kaufswerte *keine* Rücksicht zu nehmen, sondern allein der Bau mit Rücksicht auf den vorhandenen baulichen Zustand mafsgeb

---

Um die Aufstellung eines Kostenanschlages zu erleichtern, g wir im Nachstehenden den Kostenanschlag nebst Massenberechnun und Erläuterungsbericht zu dem auf anliegenden Blättern dargestel Entwurfe zu einem Wohnhause.


PUBLIC LIBRARY
LENOX AND



Kostenanschlag

über

den Neubau eines Wohnhauses

für

Herrn N. N. in N.

Nach anliegenden zwei Blatt Zeichnungen.

Erläuterungsbericht

zu dem Entwurfe und Kostenanschlage für den Neubau eines Wohnhauses des Herrn N. N. in N.

Veranlassung zur Aufstellung des Projekts.

Der auf anliegenden zwei Blatt Zeichnungen dargestellte Entwurf zu einem Wohngebäude für eine Familie ist nebst ebenfalls anliegendem Kostenanschlage und dazu gehöriger Massenberechnung im Auftrage des Herrn N. N. in N. vom Unterzeichneten angefertigt worden.

Lage des Gebäudes.

Das Gebäude soll auf dem an der Xstrafse belegenen, mit Nr. 39 bezeichneten, dem Herrn N. N. gehörigen Gartengrundstücke aufgeführt werden. Die Lage des Gebäudes ist aus dem auf Blatt II dargestellten Situationsplan ersichtlich.

Beschaffenheit des Baugrundes.

Die Beschaffenheit des Baugrundes ist vor Bearbeitung des Entwurfes durch Aufgraben ermittelt worden und hat sich ergeben, dafs sich in 1 m Tiefe unter der Erdoberfläche eine feste, tragfähige Kiesschicht befindet, auf welcher die Fundierung unbedenklich stattfinden kann.

Einrichtung des Gebäudes.

Das Gebäude besteht, wie auch aus den Zeichnungen ersichtlich, aus einem westlichen, zweigeschossigen unterkellerten und einem östlichen anderthalbgeschossigen, nicht unterkellerten Teile.

Das Erdgeschofs enthält im westlichen Teile den Flur mit Haupteingangsthür von Westen, das Besuchzimmer (gute Stube), Küche, Speisekammer, Treppenraum und Abort; im östlichen Teile nach vorn (Süden) das Wohnzimmer, nach hinten ein Schlafzimmer.

Das Obergeschofs, resp. Halbgeschofs enthält im westlichen Teile einen Vorplatz und Treppenraum, Zimmer des Herrn und Mägdezimmer; im

östlichen Teile ein grofses Schlafzimmer und zwei unter dem Dache liegende Kammern. Der obere Abort ist vom Podest der unteren Geschofstreppe, der untere vom Podest der Kellertreppe zugänglich. Statt der Abortsgrube ist ein Raum für eine Abfuhrtonne vorgesehen, welche in einem zweiräderigen Gestell hängt. Zur Abführung der Dünste führt von diesem Raume ein Rohr in den neben dem Küchenschornstein liegenden Ventilationsschornstein.

Zur Einführung frischer Luft in die Schlafzimmer sind in jedem derselben zwei durch Klappen oder Schieber verschliefsbare Maueröffnungen von je 300 qcm Querschnitt dicht unter der Decke anzubringen; zur Abführung der verdorbenen Luft dienen ähnliche Öffnungen in den Schornsteinen. Aufserdem erhalten alle heizbaren Räume unter dem Fufsboden Luftzuführungskanäle, welche in den Ofensockel münden.

Die Öfen sind, mit Ausnahme des Kachelofens im Besuchzimmer, Schmölcke'sche Ventilationsöfen der Fabrik Kaiserslautern, welche frische Luft einführen und die verdorbene abführen.

Bauart. Die Fundamente, Keller- und Sockelmauern werden aus lagerhaften Bruchsteinen (rotem Sandstein), die äufseren Sockelmauern mit Quaderverblendung ausgeführt. Die Wangen und Stufen der Freitreppe und ebenfalls die Stufen der Kellertreppe bestehen aus roten Sandsteinquadern, während die Geschofstreppen aus Holz hergestellt werden. Die Kellerräume werden mit Kappengewölben aus Ziegeln überspannt, der Fufsboden des Kellers besteht aus einem flachkantigen Ziegelpflaster.

Sämtliche Umfassungsmauern bestehen aus Ziegelmauerwerk in Kalkmörtel und werden an den Wetterseiten mit Hohlräumen zur Isolierung der inneren Teile gegen den Schlagregen ausgeführt.

Sämtliche Sohlbänke der Fenster, das Gurtgesims und die Fenstereinfassungen der Vorderfront sind aus rotem Sandstein, die übrigen Fenstereinfassungen und die der Hausthüre in Cementputz herzustellen.

Sämtliche Scheidemauern des Erdgeschosses sind massiv aus Ziegeln in Kalkmörtel, die des

Obergeschosses teils massiv, teils in Fachwerk mit Ziegelausmauerung auszuführen.

Die Fuſsböden des Flurs im Erdgeschosse sowie im Treppenraume, im Abort, in der Küche und Speisekammer daselbst sind aus geschliffenen Sollinger Sandsteinplatten, alle übrigen Fuſsböden aus Brettern herzustellen.

Das Dach ist mit bestem englischen Schiefer auf Schalung herzustellen.

Die Decken bestehen aus Kalkputz mit Gipszusatz auf schmalen Spalierlatten. Überhaupt ist die Aufführungsweise aller Teile aus den Massenberechnungen und dem Kostenanschlag deutlich zu ersehen.

Vergabe der Arbeiten und Lieferung.

Alle Arbeiten und Lieferungen für diesen Bau sollen vom Bauherrn an einzelne Handwerker und Lieferanten zu kontraktlich festzustellenden Einheitspreisen übergeben werden und ist jeder der hieran Beteiligten für die gute Qualität seiner Arbeiten und Lieferungen kontraktlich verantwortlich zu machen.

Bauführung und Bauabnahme.

Die specielle Bauführung, die Abnahme der gelieferten Materialien und Arbeiten, sowie die Ermittelung und Feststellung der hierfür an die einzelnen Unternehmer zu zahlenden Summen ist dem mit der Projektierung des Baues beauftragten Techniker* vom Bauherrn übertragen worden.

Die Arbeiten sind so zu fördern, daſs die Bauabnahme am (Datum und Jahreszahl) erfolgen kann.

Ort, Datum und Jahreszahl.	Unterschrift des Technikers, welcher das Projekt ausgearbeitet hat oder für die Ausarbeitung verantwortlich ist.

* Es kann auch ein anderer, vom Bauherrn damit beauftragter Techniker sein.

Massenberechnungen

der Erd- und Maurerarbeiten zu dem Kostenanschlage über den Neubau eines Wohnhauses für Herrn N. N. in N.

Pos.	Gegenstand.	Länge. m	Breite oder Höhe. m	Flächeninhalt. qm	Dritte Dimension. m	Körperinhalt. cbm	Ansatz für den Anschlag.
	A. Massenberechnung der Erdarbeiten.						
	I. Abhub der Humusschicht (Gartenerde) vom ganzen Bauplatze bis auf 1 m Entfernung von den Umfassungen auf 0,30 m Tiefe.						
	Der westliche Teil	8,43	15,17	127,8831			
	Der östliche Teil	5,88	13,10	77,0280			
				204,91	0,3	61,473	
1	Abhub der Humusschicht Summa					61,473	61,5 cbm
	II. Ausschachtung der Kellergrube und der Fundamentgräben.						
	Die Kellergrube bis zu 0,15 m Tiefe unter der Fufsbodenoberfläche des Kellers; für die Böschung ist nach jeder Seite eine Verbreiterung von 0,40 m hinzugerechnet	7,23	13,97	101,00	1,35	136,35	
	Die Fundamentgräben der Kellermauern ohne Böschung, gleich den Fundamentbanquetten						
	der vorderen und hinteren Umfassung :|2·5,23 m|:	10,46					
	der beiden seitlichen Umfassungen :|2·13,17 m|:	26,34					
		36,80	0,80	29,44			
	der beiden Gurtbogenpfeiler des vorderen Raumes :|2 · 0,75 m|:	1,50					

	der drei Querscheidemauern :| 3 · 5,23 m — 1,75 m |:	13,94					
	der mittleren Längenscheidemauern :| 3,20 m + 1,05 m |:	4,25					
	der Mauer am Abortsraume	1,05					
		20,74	0,60	12,444			
	der Treppenwangenmauer	2,40	0,40	0,96			
				42,84	0,25	10,71	
	Die Fundamentgrube der Freitreppe (fällt teilweise in die Böschung der Kellergrube, daher nach dieser Richtung keine Zugabe; nach der anderen 0,50 m für die Böschung.)	1,50	3,00	4,500			
	Die Fundamentgräben des nicht unterkellerten Teiles bis auf 1,0 m Tiefe unter der Erdoberfläche, also nach Abzug der Tiefe der Humusschicht = 0,70 m. Für die Böschung ist 0,50 m hinzugerechnet.						
	Die vorderen und hinteren Frontmauern :| 2 · 5,38 m |:	10,76					
	Die östliche Giebelmauer	11,10					
		21,86	1,20	26,232			
	Die Mittelmauer	5,38	1,10	5,918			
				36,650	0,70	25,655	
2	Ausschachtung der Kellergrube und Fundamentgräben . . . Summa					172,715	173 cbm
	B. Massenberechnung der Maurerarbeiten.						
	I. Fundamentbanquette aus Bruchsteinen in hydraulischem Mörtel.						
	a. Der Kellermauern:						
	siehe die Berechnung der hierzu gehörigen Fundamentgräben, welche ohne Böschung ausgeführt werden können					10,71	
	Latus					10,71	

Pos.	Gegenstand.	Länge. m	Breite oder Höhe. m	Flächen-inhalt. qm	Dritte Dimen-sion. m	Körper-inhalt. cbm	Ansatz für den Anschlag.
	Transport					10,71	
	b. der Freitreppe:						
	unter den zwei unteren Stufen	1,70	0,70	1,19			
	unter den Wangen :| 2 · 1,50 |:	3,00	0,40	1,20			
				2,39	0,70	1,6730	
	c. der Mauern des nicht unterkellerten Teiles:						
	der beiden Frontmauern :| 2 · 5,38 |:	10,76					
	der Giebelmauer	11,10					
		21,86	0,70	15,302			
	der Mittelmauer	5,38	0,60	3,228			
				18,530	0,25	4,6325	
3	Fundamentbanquette Summa					17,0155	17 cbm
	II. Keller- und Sockelmauern vom Banquett bis nahe zur Sockeloberkante aus Bruchsteinen in Kalkmörtel, mit Ausnahme des äufseren Sockelmauerwerks über der Erdoberfläche.						
	a. Äufsere Kellermauern vom Banquett bis zur Erdoberfläche						
	die vordere und hintere Mauer :| 2 · 5,23 m |:	10,46					
	die westliche Mauer	13,17					
	die beiden vorspringenden Teile der östlichen Mauer :| 2 · 1,035 m |:	2,07					
		25,70	0,60	15,42	1,65	25,4430	
	b. Innere Kellermauern vom Banquett bis zu 10 cm unter der Sockeloberkante.*						
	Die beiden Gurtbogenpfeiler im vorderen Kellerraum :| 2 · 0,[illegible] m |:	1,50					

	die drei Scheidemauern :| 3 · 5,23 m — 1,75 m |:	13,94					
		15,44	0,40	6,1760			
	die mittlere Längenscheidemauer :|3,20 m + 1,05 m|:	4,25	0,45	1,9125			
	die Mauer am Abortsraume	1,05	0,40	0,4200			
	die östliche Grenzmauer nach Abzug der beiden vorspringenden Teile	11,10	0,60	6,6600			
	c. Äufsere Sockel- resp. Fundamentmauern des nicht unterkellerten Teiles vom Banquett bis zur Erdoberfläche			15,1685	2,75	41,7133	
	die vordere und hintere Mauer :| 2 · 5,38 m |:	10,76					
	die Giebelmauer	11,10					
		21,86	0,50	10,93	0,75	8,1275	
	d. Innere Sockel- resp. Fundamentmauer daselbst vom Banquett bis zu 10 cm unter der Sockeloberkante	5,38	0,40	2,152	1,85	3,9812	
4	Keller- und Sockelmauern . . . Summa					79,2650	79,27 cbm für den Arbeitslohn
	Abzug der Öffnungen: 3 Thüren à 1 m breit	3,0	0,4	1,2	2,0	2,40	
5	Keller- und Sockelmauern mit Ausnahme des äufseren Sockels . . . Rest					76,865	76,87 cbm für die Material-berechnung
	III. Äufseres Sockelmauerwerk aus Quadern mit Bruchsteinhintermauerung in Kalkmörtel, von der Erdoberfläche bis Sockeloberkante.						
	Die vordere und hintere Mauer des westlichen Teiles :| 2 · 5,23 m |:	10,46	0,60	6,276			
	die vordere und hintere Mauer des östlichen Teiles :| 2 · 5,38 |:	10,76	0,50	5,380			
	die westliche Mauer	13,17	0,60	7,902			
	die östliche Giebelmauer	11,10	0,50	5,550			
	die beiden vorspringenden Teile der östlichen Mauer des westlichen Teiles :| 2 · 1,035 m |:	2,07	0,60	1,242			
				26,350	1,20	31,62	
	Latus					31,62	

* Um den Fufsboden bequem verlegen zu können, läfst man die inneren Mauern des Erdgeschosses etwa 10 cm tiefer beginnen.

Pos.	Gegenstand.	Länge. m	Breite oder Höhe. m	Flächen-inhalt. qm	Dritte Dimension. m	Körper-inhalt. cbm	Ansatz für den Anschlag.
	Transport					31,62	
	die Wangen der Freitreppe :| 2 · 1,50 m |:	3,00	0,40	1,20	0,75	0,90	
6	Äufseres Sockelmauerwerk .... Summa	....	....	....	....	32,52	32,52 cbm für den Arbeitslohn
	Abzug der Öffnungen:						
	2 Fenster der westlichen Seite :| 2 · 0,80 |:.....	1,60					
	1 » daselbst :| 1,50 m — 0,30 |:........	1,20					
	1 » der Hinterfront..................	0,60					
	1 » der Vorderfront	1,00					
		4,40	0,60	2,64	0,50	1,320	
	Die Thüröffnung des Raumes unter dem Abort	0,80	0,60	0,48	0,80	0,384	
	Abzug Summa					1,704	
7	Äufseres Sockelmauerwerk................ Rest	....	....	....	....	30,816	30,8 cbm für die Material-berechnung
	IV. Äufsere Sockelmauerflächen, welche zu kröneln und mit Cementmörtel zu fugen sind.						
	Sämtliche Sockelflächen :|2·6,43 m + 2·5,88 m + 13,17 m + 11,10 m + 2 · 1,035 m |:	50,96	1,20	61,152			
	die Wangen der Freitreppe :|4 · 1,50 m |: Seitenflächen	6,0	$\frac{1,20+0,30}{2}$	4,500			
	:| 2 · 1,60 m |: Oberflächen	3,20	0,4	1,280			
8	Äufsere Sockelmauerflächen .... Summa	....	....	66,932			67 qm
	V. Ziegelmauerwerk in Kalkmörtel im Keller.						
	Die Treppenwangenmauer	2,40	0,25	0,60	2,75	1,650	

	die beiden Gurtbögen mit Aufmauerung :| 3,73 + 1,75 |:	5,48	0,38	2,08	0,80	1,664	
	(Die mittlere Höhe dieses Mauerwerks ist = 0,80 m.)						
9	Ziegelmauerwerk im Keller .... Summa	....	....	....	....	3,314	3,30 cbm
	VI. Die Umfassungsmauern des Erdgeschosses aus Ziegeln in Kalkmörtel.						
	Die Vorderfront :| 5,50 m + 5,50 m |:	11,00					
	die westliche Mauer	13,07					
		24,07	0,45	10,83			
	die Hinterfront :| 5,50 m + 5,50 m |:	11,00					
	die östliche Mauer	11,00					
	die vorspringenden Mauern des westlichen Teiles :| 2 · 1,035 m |:	2,07					
		24,07	0,38	9,15			
				19,98	3,50	69,93	
10	Umfassungen des Erdgeschosses .... Summa	....	....	....	....	69,93	69,93 cbm für den Arbeitslohn
	Abzug der Öffnungen:						
	1 Hausthüre	1,50	0,45	0,675	2,90	1,9575	
	1 dreifaches Fenster der Vorderfront.........	2,80					
	4 Fenster der Vorderfront und Westseite :| 4 · 1,00 m |:	4,00					
		6,80	0,45	3,06	2,00	6,1200	
	3 Fenster des Ostgiebels und der Hinterfront :| 3 · 1,00 m |:	3,00					
	2 Fenster der Hinterfront :| 2 · 0,60 m |:	1,20					
		4,20	0,38	1,596	2,00	3,1920	
	An Isolierlufträumen: :| 13,07 m — 0,45 m — 2 · 1,50 m — 2,0 m — 0,38 m + 2 · 5,50 m — 3,05 m — 2 · 1,50 m |:	11,29	0,07	0,7903	3,30	2,6080	
	Abzug Summa					13,8775	
11	Umfassungen des Erdgeschosses .... Rest	....	....	....	....	56,0525	56,05 cbm für die Materialberechnung

Pos.	Gegenstand.	Länge. m	Breite oder Höhe. m	Flächen-inhalt. qm	Dritte Dimension. m	Körper-inhalt. cbm	Ansatz für den Anschlag.
	VII. Umfassungsmauern des Obergeschosses und der Giebel aus Ziegeln in Kalkmörtel.						
	Die Vorder- und Hinterfront des westlichen Teils von Unterkante der unteren bis Oberkante der Dachbalkenlage :| 2 · 5,57 m |:	11,14					
	die westliche Mauer daselbst, desgl.	13,07					
		24,21	0,38	9,1898			
	die östliche Mauer daselbst, desgl. durchgehend gerechnet	13,07	0,38	4,9666			
				14,1564	3,76	43,23	
	die beiden Giebeldreiecke daselbst :| $2 \cdot \frac{6,33 \text{ m}}{2}$ |:	6,33	0,25	1,5825	2,23	3,53	
	die beiden Halbgeschoßmauern des östlichen Teiles :| 2 · 5,50 m |:	11,0	0,25	2,75			
	die Giebelmauer daselbst bis zur Höhe des Halbgeschosses	11,0	0,38	4,18			
				6,93	2,80	19,404	
	das Giebeldreieck daselbst :| $\frac{11,0}{2}$ |:	5,50	0,38	2,09	3,19	6,667	
12	Umfassungen des Obergeschosses und der Giebel Summa	....	....	....	....	72,831	72,83 cbm für den Arbeitslohn
	Abzug der Öffnungen:						
	1 dreifaches Fenster der Vorderfront	2,80					
	5 Fenster der West- und Ostseite :| 5 · 1,0 m |:	5,00					

	2 Fenster der Hinterfront :| 2 · 0,60 m |:	1,20					
		9,00	0,38	3,42	2,00	6,84	
	3 gekuppelte Fenster in den Halbgeschofsmauern :| 3 · 1,00 m |:	3,00	0,25	0,75	1,20	0,90	
	2 Thüröffnungen der östlichen Mauer des westlichen Teiles :| 2 · 1,0 |:	2,0	0,38	0,76	2,30	1,748	
	An Isolierlufträumen:						
	:| 13,07 m + 2 · 5,57 m — 6 · 0,12 m — (2,60 + 2 · 0,25) — 3 · (1,0 m + 2 · 0,25 m) — 2 · (2,60 m + 2 · 0,25 m) |: *	13,69	0,13	1,7797	3,30	5,873	
	Abzug Summa					15,361	
13	Umfassungsmauern des Obergeschosses und der Giebel .... Rest	....	....	....	....	57,470	57,47 cbm für die Material-berechnung.
	VIII. Sockelprofilierung, bestehend aus einer Flachschicht von Formziegeln.						
	Die Umfangslinie des Sockels mit Abzug der Thür- und Fensterbreiten :| 2 · (6,43 m + 5,88 m) + 2 · 13,17 m — 3,0 m — 1,50 m — 7 · 1,0 m — 2 · 0,60 m |:	38,26					
14	Sockelprofilierung .... Summa	38,26					38,5 cbm
	IX. Gurtgesims aus Sandstein.						
	Die Umfassungslinie des Erdgeschosses :| 2 · (6,33 m + 5,88 m) + 2 · 13,07 m |:	50,56					
15	Gurtgesimse .... Summa	50,56					50,6 cbm
	X. Vormauerung des Frieses.						
	Die Vorder- und Hinterfront des östlichen Teiles :| 2 · 5,88 m |:	11,76					
	die Westseite	13,07					
	Latus	24,83					

* Die Isolierlufträume unter den Fenstern sind nicht in Abzug gebracht wegen der Füllungen unter den Fenstern, welche mehr Material erfordern als glattes Mauerwerk.

Pos.	Gegenstand.	Länge. m	Breite oder Höhe. m	Flächen-inhalt. qm	Dritte Dimension. m	Körper-inhalt. cbm	Ansatz für den Anschlag.
	Transport	24,83					
	die beiden Vorsprünge der östlichen Mauer des westlichen Teiles :| 2 · 3,15 m |:	6,30					
	am östlichen Giebel :| 2 · 6,40 m |:	12,80					
	an den Giebeln der Vorder- und Hinterfront :| 4 · 3,80 m |:	15,20					
16	Vormauerung des Frieses ... Summa	59,13					59,2 lfd. m
	XI. Versetzen von Sohlbänken, Fenstergewänden und Gesimsen.						
	Die Sohlbänke der Fenster des Erdgeschosses :| 3,20 m + 7 · 1,40 m + 2 · 2,10 m |:	15,00					
	die Gewände, Pilaster und Sturze der Fenster der Vorderfront :| 2 · 2,0 m + 2 · 3,00 m + 2 · 1,32 m + 6 · 1,20 m + 2 · 1,32 m |:	42,48					
	der Mittelpfeiler des Halbgeschofsfensters der Hinterfront	1,20					
	die Verdachungsgesimse der Fenster der Vorderfront :| 2 · 3,20 m + 2 · 1,52 m |:	9,44					
17	Sohlbänke, Fenstergewände und Gesimse aus Sandstein ... Summa	68,12					68,1 lfd. m
	XII. Thür- und Fensterumrahmungen aus Cementputz.						
	Die Hausthüre :| 2 · 3,10 + 1,50 m |:	7,80	0,60	4,680			
	die grofsen Fenster der Hinterfront, der Ost- und Westseite :| 10 · (2 · 2,16 m + 1,0 m) + 2 · (2 · 2,16 m + 0,60 m |:	63,04	0,30	18,912			

	das Halbgeschofsfenster der Hinterfront :| 2 · 1,36 m + 1,0 m |: *	3,72	0,30	1,116			
18	Thür- und Fensterumrahmungen in Cementputz Summa	74,56		24,708			74,6 lfd. m für den Arbeitslohn, 24,7 qm für die Materialberechnung.
	XIII. Verdachungsgesimse und Friese der Fenster und Hausthüre aus Cementputz.						
	Das Gesims und Fries der Hausthüre	2,10					
	desgl. der gröfseren Fenster der Hinterfront u. der Ost- und Westseite :| 10 · 1,60 m + 2 · 1,20 m |: **	18,40					
19	Verdachungsgesimse mit Fries Summa	20,50	0,80	16,40			20,5 lfd. m für den Arbeitslohn, 16,4 qm für die Materialberechnung.
	XIV. Fensterbrüstungen mit Füllungen in Ziegeln hergestellt.						
	Unter den dreifachen Fenstern der Vorderfront : | 2 · 3,00 m |:	6,00					
	Unter den sämtlichen Fenstern des Erdgeschosses :| 7 · 1,32 m + 2 · 0,92 m |:	11,08					
		17,08	0,70	11,956			
20	Fensterbrüstungen mit Füllungen Summa			11,956			12 qm
	XV. Auszufugende Ziegelmauerflächen.						
	Die Vorder- und Hinterfront des westlichen Teiles bis ans Giebeldreieck :| 2 · 6,33 m |:	12,66					
	die Westseite bis ans Dach	13,07					
	die beiden Mauervorsprünge :| 2 · 1,035 m |:	2,07					
		27,80	7,26	201,828			
	die beiden über dem Dache des östlichen Teiles liegenden Mauerdreiecke :| $2 \cdot \frac{2,0\ m}{2}$ |:	2,0	0,96	1,920			
	Latus			203,748			

* Die Breite ist zusammengesetzt aus der Breite der Umrahmung und der Laibung.

** Die Breite besteht hier aus der Ummessung des Gesimses = 2 mal Ausladung + Höhe und der Höhe des Frieses.

Pos.	Gegenstand.	Länge. m	Breite oder Höhe. m	Flächeninhalt. qm	Dritte Dimension. m	Körperinhalt. cbm	Ansatz für den Anschlag.
	Transport			203,748			
	die beiden Giebeldreiecke des westlichen Teiles :| $2 \cdot \frac{6{,}33\ m}{2}$ |:	6,33	2,23	14,1059			
	die Vorder- und Hinterfront des östlichen Teiles :| 2 · 5,88 m |:	11,76					
	die östliche Giebelmauer bis zu gleicher Höhe	11,00					
		22,76	6,30	143,388			
	das östliche Giebeldreieck $\frac{11{,}0\ m}{2}$	5,50	3,19	17,545			
	Summa			378,7869			
	Abzug der Fenster- und Thüröffnungen incl. Umrahmung. *						
	2 dreifache Fenster der Vorderfront :| 2 · 2,96 m |:	5,92					
	12 gröfsere Fenster aller Seiten :| 12 · 1,32 m |:	15,84					
	4 kleinere der Hinterfront :| 4 · 0,92 m |:	3,68					
		25,44	2,70	68,688			
	3 Halbgeschofsfenster :| 3 · 1,32 m |:	3,96	1,20	4,752			
	die Hausthüre..........................	1,82	3,60	6,552			
	Abzug Summa			79,9920			
21	Auszufugende Ziegelmauerflächen ....Restsumma	....	....	298,7949			299 qm
	XVI. Innere, massive Mauern des Erdgeschosses aus Ziegeln in Kalkmörtel.						
	Die ½ Stein starken Mauern:						
	am Flur :| 5,50 m + 3,25 m |:	8,75					

	am Abort :| 2,0 m + 1,25 m |:	3,25					
	an der Speisekammer :| 1,25 m + 1,50 m |: ...	2,75					
	Die 1 Stein starken Mauern:	14,75	0,12	1,7700			
	an der Küche :| 3,87 m + 1,60 m |:	5,47					
	zwischen Wohn- und Schlafzimmer	5,50					
	Die $1^1/_2$ Stein starke Mauern:	10,97	0,25	2,7425			
	an Schlaf- und Wohnzimmer :| 5,50 m + 4,42 m + 0,25 m |:	10,17	0,38	3,8646			
	Die Schornsteinvorlagen:						
	im Besuchzimmer und Flur :| 0,50 m 0,62 m |:	1,12	0,04	0,0448			
	in der Küche	1,02	0,15	0,1530			
				8,5749	3,60	30,8696	
22	Innere Mauern des Erdgeschosses........Summa	....	....	....	....	30,8696	30,87 cbm für den Arbeitslohn.
	Abzug der Öffnungen:						
	3 Thüren in $^1/_2$ Stein starken Mauern à 1,0 m	3,00					
	1 desgl. » » am Abort	0,80					
		3,80	0,12	0,450			
	1 desgl. in 1 Stein starker Mauer à 1,0 m	1,0	0,25	0,250			
	3 desgl. in $1^1/_2$ Stein starker Mauer à 1,0 m ..	3,0	0,38	1,140			
				1,84	2,20	4,0480	
	die Schornsteinrohre :| 7 · 0,18 m |:	1,26	0,16	0,2016	3,60	0,7257	
	Abzug Summa					4,7737	
23	Innere Mauern des Erdgeschosses ....Rest	....	....	....	....	26,0959	26,1 cbm für die Material-berechnung.
	XVII. Innere, massive Mauern des Obergeschosses aus Ziegeln in Kalkmörtel.						
	Die $^1/_2$ Stein starke Mauer am Abort	2,00	0,12	0,24			
	die 1 Stein starke Mauer am Magdzimmer....	5,00	0,25	1,25			
	Latus			1,49			

* Wenn die Fenster und Thüren keine Umrahmungen in Haustein oder Putz erhalten, wird nichts in Abzug gebracht, da die Laibungsflächen der Öffnungen letzteren gleich geachtet werden.

Pos.	Gegenstand.	Länge. m	Breite oder Höhe. m	Flächen-inhalt. qm	Dritte Dimension. m	Körper-inhalt. cbm	Ansatz für den Anschlag.
	Transport			1,49			
	die Schornsteinvorlagen :| 0,50 m + 0,62 m |:....	1,12	0,04	0,0448			
	desgl. in der Magdkammer	1,02	0,15	0,1530			
				1,6878	3,76	6,3462	
24	Innere Mauern des Obergeschosses.......Summa	......	....	....	....	6,3462	6,35 cbm für den Arbeitslohn.
	(NB. Die 1½ Stein starke Mauer ist unter VII mit zum äufseren Mauerwerk gerechnet.)						
	Abzug der Öffnungen:						
	Die Abortsthür	0,80	0,12	0,0960			
	die Schornsteinrohre :| 7 · 0,18 m |:	1,26	0,16	0,2016			
				0,2976	3,76	1,1189	
	Abzug Summa					1,1189	
25	Innere Mauern des Obergeschosses ....Rest	......	....	....	....	5,2273	5,23 cbm für die Materialberechnung.
	XVIII. Innere Fachwände.						
	Die Wände am Vorplatz :| 5,57 m + 3,57 m |: ..	9,14					
	die Wände am Giebelzimmer :| 2 · 5,50 m |: ...	11,00					
		20,14	3,76	75,72			
	Abzug der Thüren :| 2 · 1,0 |:	2,0	2,20	4,40			
26	Innere Fachwände ....Summa	......	....	71,32			71,32 qm
	XIX. Frei stehende Schornsteine.						
	Von Unterkante der Dachbalkenlage bis 0,55 m über Firsthöhe :| 2 · 0,62 m + 1,02 m |:	2,26	0,42	0,9492	3,00	2,8476	
27	Frei stehende Schornsteine ....Summa	......	....	....	....	2,8476	2,85 cbm für den Arbeitslohn.

	Abzug der Öffnungen:						
	:| 7 · 0,18 m |:	1,26	0,16	0,2016	3,00	0,9048	
	Abzug der Öffnungen ... Summa					0,9048	
28	Frei-stehende Schornsteine ... Rest					1,9428	1,94 cbm für die Materialberechnung.
	XX. Kappengewölbe im Keller aus Ziegeln in Kalkmörtel ½ Stein stark.						
	über den drei vorderen Räumen :| 2 · 2,16 m + 1,80 m |:	6,12	5,23	32,0599			
	über den beiden hinteren Räumen :| 3,20 m + 1,05 m |:	4,25	2,95	12,5375			
	über dem Abortsraum	1,65	0,80	13,2000			
29	Kappengewölbe ... Summa			57,7974			57,80 qm
	XXI. Flachkantiges Ziegelpflaster in Sandbett mit Kalkmörtelfugen.						
	In sämtlichen Kellerräumen, s. Kappengewölbe unter XX			57,7974			
	unter den beiden Gurtbögen daselbst :| 3,73 m + 1,75 m |:	5,48					
	in den beiden Thüröffnungen :| 2 · 1,07 |:	2,00					
		7,48	0,40	2,9920			
30	Flachkantiges Ziegelpflaster ... Summa			60,7894			60,80 qm
	XXII. Fufsboden aus geschliffenen Sollinger Platten in Kalkmörtel.						
	Im Flur des Erdgeschosses	5,50	2,00	11,00			
	im Treppenhause daselbst	1,00	3,00	3,00			
	Podest der Kellertreppe	2,00	1,00	2,00			
	in der Küche	3,25	3,63	11,7975			
	in der Speisekammer	3,10	1,25	3,8750			
	im unteren Abort	2,00	1,25	2,5000			
31	Fufsboden aus Sollinger Platten ... Summa			34,1725			34,2 qm

Pos.	Gegenstand.	Länge. m	Breite oder Höhe. m	Flächeninhalt. qm	Dritte Dimension. m	Körperinhalt. cbm	Ansatz für den Anschlag.
	XXIII. Gipsestrich.						
	Der Dachboden des westlichen Teiles	5,95	12,82	76,279			
	der Dachboden des östlichen Teiles	5,50	6,24	34,320			
32	Gipsestrich .... Summa	....	....	110,599			110,6 qm
	XXIV. Rappputz aus Kalkmörtel.						
	Die Gewölbeflächen des Kellers, s. XX........			57,7974			
	Die Wandflächen daselbst:						
	im vorderen Raum :| 2 · (2 · 2,16 m + 0,4 m) + 2 · 5,23 m + 4 · 0,75 m |:	22,90					
	im mittleren Raum :| 2 · 5,23 m + 2 · 1,80 m |:..	14,06					
	in den beiden hinteren Räumen :| 2 · (3,20 m + 1,05 m) + 4 · 2,95 m |:	20,30					
	im Treppenraume :| 2 · $\frac{3,60\ m}{2}$ |:	3,60					
		60,86	2,40	146,0640			
	die beiden inneren Giebelflächen des Dachraumes des westlichen Teiles :| $\frac{2 \cdot 5,57\ m}{2}$ |:	5,57	2,23	12,4211			
	die innere Fläche des östlichen Giebels über der Kehlbalkenlage :| $\frac{6,24\ m}{2}$ |:	3,12	1,80	5,6160			
33	Rappputz aus Kalkmörtel .... Summa	....	....	221,8985			222 qm
	XXV. Innerer, glatter Wandputz aus Kalkmörtel auf massive Wände.						
	a. Im Erdgeschofs:						
	im Besuchzimmer :| 2 · 5,50 m + 2 · 5,0 m |: ...	21,00					

	im Flur :| 2 · 2,0 m + 5,50 m + 3,40 m |:	12,90					
	im Treppenhause :| 2 · 2,75 m 2,0 m |:	7,50					
	in der Küche :| 2 · 2,63 m + 2 · 3,25 m |:	11,76					
	in der Speisekammer :| 2 · 3,10 m + 2 · 1,25 m |:	8,70					
	im Abort :| 2 · 2,0 m + 2 · 1,25 m |:	6,50					
	im Wohnzimmer :| 4 · 5,50 m |:	22,00					
	im Schlafzimmer :| 2 · 5,50 m + 2 · 4,42 m |:	19,84					
	b. Im Obergeschoſs:	110,20	3,50	385,700			
	im Zimmer des Herrn :| 2 · 5,07 m + 5,57 m |: ..	15,71					
	im Vorplatze :| 2 · 2,00 m |:	4,00					
	im Magdzimmer :| 2 · 5,0 m + 3,32 m |:	13,32					
	im Treppenhause :| 2 · 2,75 m + 2,0 m |:	7,50					
	im Abort :| 2 · 2,0 m + 2 · 1,25 m |:	6,50					
		47,08	3,30	155,199			
	im Schlafzimmer :| 2 · 6,0 m |:	12,0	3,75	45,000			
	in den Dachkammern :| 2 · 5,50 m |:	11,0	2,80	30,800			
	und :| 4 · 2,12 m |:	8,48	3,27	27,729			
34	Glatter Wandputz auf massiven Wänden . Summa	....	....	644,428			644,5 qm
	XXVI. Innerer, glatter Wandputz aus Kalkmörtel auf Fachwänden.						
	Die unter XVIII aufgeführten Fachwände auf beiden Seiten, laut Pos. 26 :| 2 · 71,32 qm |: ..			142,64			
35	Glatter Wandputz auf Fachwänden ...... Summa	....	....	142,64			142,6 qm
	XXVII. Deckenputz aus Kalkmörtel mit Gipszusatz auf Spalierlatten.						
	a. Im Erdgeschoſs:						
	im Besuchzimmer	5,50	5,0	27,50			
	im Flur	5,50	2,0	11,00			
	in der Küche	3,25	3,63	11,7975			
	in der Speisekammer	3,60	1,25	3,8750			
	im Abort	2,00	1,25	2,5000			
	Latus			56,6725			

Pos.	Gegenstand.	Länge. m	Breite oder Höhe. m	Flächeninhalt. qm	Dritte Dimension. m	Körperinhalt. cbm	Ansatz für den Anschlag.
	Transport			56,6725			
	im Treppenraum	2,00	0,54	1,0800			
	im Wohnzimmer	5,50	5,50	30,2500			
	im Schlafzimmer	5,50	4,42	24,3100			
	b. Im Obergeschofs:						
	im Zimmer des Herrn	5,57	5,07	28,2399			
	im Vorplatz	5,57	2,00	11,1400			
	im Magdzimmer	3,32	5,00	16,6000			
	im Treppenraum	2,00	0,80	1,6000			
	im Abort	2,00	1,25	2,5000			
	im Schlafzimmer	5,50	6,00	33,0000			
	in den Dachkammern unter den Sparren :| 2 · 5,50 |·	11,00	2,40	26,4000			
36	Deckenputz auf Spalierlatten Summa			231,7884			232 qm
	XXVIII. Einschubdecke mit Lehmschlag und Sandschüttung.						
	Über allen Spalierdecken mit Ausnahme der Decken in den Dachkammern, siehe Pos. 36 :| 241,7884 qm — 26,4 qm |:			215,3884			
37	Einschubdecken Summa			215,3884			215 qm
	XXIX. Treppenstufen aus Sandstein.						
	Der Freitreppe 6 Stück incl. Thürschwelle à 1,90 m lang	11,40					
	der Kellertreppe 15 Stück à 1,20 m	18,00					
38	Treppenstufen Summa	29,40					29,40 lfd. m
	XXX. Kalkmörtelputz auf inneren Schornsteinflächen.						
	7 Rohre :| 7 · 2 · (0,16 m + 0,18 m) |:	4,76	12,0	57,16			
39	Kalkmörtelputz auf inneren Schornsteinflächen Sa.			57,16			57,2 qm

Auszug der Maurermaterialien.

Position der Massen-berechnung.	Gegenstand.	Quader. cbm	Bruch-steine. cbm	Ziegel I. Sorte. Stück	Ziegel II. Sorte. Stück	Gelöschter Kalk. l	Sand. l	Cement. l	Gips. l	Verschie-denes.
3	17 cbm Fundamentmauer									
	à 1,3 cbm Bruchsteine		22,10							
	20 l Portland-Cement							340		
	120 l gel. Kalk					2040				
	280 l Sand						4760			
5	76,9 cbm Keller- und Sockelmauerwerk									
	à 1,3 cbm Bruchsteine		99,97							
	140 l gel. Kalk					10766				
	280 l Sand						21532			
7	30,8 cbm äufseres Sockelmauerwerk									
	à 0,5 cbm Quader	15,4								
	0,70 cbm Bruchsteine		21,56							
	140 l gel. Kalk					4312				
	280 l Sand						8624			
8	67 qm äufsere Sockelfläche auszufugen									
	à 2 l Cement							134		
	4 l Sand						268			
9	3,30 cbm Ziegelmauerwerk im Keller									
	à 400 Ziegel II. Sorte				1320					
	120 l gel. Kalk					396				
	240 l Sand						792			
	Latus	15,4	143,63		1320	17514	35976	474		

Position der Massen-berechnung.	Gegenstand.	Quader.	Bruch-steine.	Ziegel I. Sorte.	Ziegel II. Sorte.	Gelöschter Kalk.	Sand.	Cement.	Gips.	Verschiedenes.
		cbm	cbm	Stück	Stück	l	l	l	l	
	Transport	15,4	143,63		1320	17514	35976	474		
11	56,05 cbm Umfassungen des Erdgeschosses									
13	57,47 cbm Umfassungen des Obergeschosses und Giebel									
	113,52 cbm Umfassungen									
	à 200 Ziegel I. Sorte			22704						
	200 Ziegel II. Sorte				22704					
	120 l gel. Kalk					13622				
	240 l Sand						27244			
14	38,5 lfd. Meter Sockelprofilierung aus Formziegeln									
	à 8 Formziegel									308 Formziegel.
	(Kalk und Sand ist mit in Pos. 11 und 13 berechnet).									
15	50,6 lfd. Meter Gurtgesims aus Sandstein									
	à 2 l Cement							101		
	4 l Sand						202			
16	59,2 lfd. Meter Friesvormauerung (Material mit in Pos. 11 und 13).									
17	68,1 lfd. Meter Sohlbänke. Fenstergewände und Gesimse aus Sandstein zu versetzen									
	à 4 l Cement							272		
	8 l Sand						541			

18	21,7 qm profilierte Thür- und Fensterumrahmungen aus Cementputz									
	à 10 l Cement							247		
	20 l Sand						494			
19	16,4 qm Verdachungsgesimse und Friese der Hausthüre und Fenster aus Cementputz									
	à 15 l Cement							246		
	30 l Sand						492			
20	12 pm Füllungen der Fensterbrüstungen (Material mit in Pos. 11 und 13).									
21	299 qm auszufugende Ziegelmauerflächen									
	à 3 l Cement							897		
	5 l Sand						1495			
23	26,10 cbm innere Mauern des Erdgeschosses,									
25	5,23 » innere Mauern des Obergeschosses									
	31,33 cbm innere Mauern									
	à 400 Ziegel II. Sorte				12532					
	120 l Kalk					3760				
	240 l Sand						7520			
26	71,32 qm innere Fachwände									
	à 35 Ziegel II. Sorte				2496					
	10 l gel. Kalk					713				
	20 l Sand						1426			
28	1,94 cbm frei stehende Schornsteine									
	à 400 Ziegel I. Sorte			776						
	120 l Kalk					233				
	240 l Sand						466			
	Latus	15,4	143,63	23480	39052	35842	75859	1937		308 Formziegel.

Position der Massen-berechnung.	Gegenstand.	Quader.	Bruch-steine.	Ziegel I. Sorte.	Ziegel II. Sorte.	Gelöschter Kalk.	Sand.	Cement.	Gips.	Verschie-denes.
		cbm	cbm	Stück	Stück	l	l	l	l	
	Transport	15,4	143,63	23480	39052	35842	75859	1937		
29	57,80 qm Kappengewölbe incl. Beschuttung aus Ziegelbrocken und Kalkmörtel									
	à 65 Ziegel II. Sorte				3757					
	30 l gel. Kalk					1734				
	60 l Sand						3468			
30	60,80 qm flachkantiges Ziegelpflaster in Sandbett mit Mörtelfugen									
	à 32 Ziegel II. Sorte				1946					
	4 l gel. Kalk					243				
	60 l Sand						3648			
31	34,2 qm Fufsboden aus Sollinger Platten in Kalkmörtel									
	à 1 qm geschliffene Platte									34,2 qm geschliff. Platten.
	10 l gel. Kalk					342				
	70 l Sand						2394			
32	110,6 qm Gipsestrich									
	à 40 l gebr. Gips								4424	
33	222 qm Rappputz aus Kalkmörtel									
	à 6 l Kalk					1332				
	12 l Sand						2664			
34	644,5 qm glatter Wandputz auf massiven Wänden.									
	à 8 l Kalk					5156				
	16 l Sand						10312			

35	142,6 qm glatter Wandputz auf Fachwänden									
	à 10 l Kalk					1426				
	20 l Sand						2852			
36	242 qm Deckenputz auf Spalierlatten									
	à 6 l Kalk					1452				
	4 l Gips								968	
	12 l Sand						2904			
37	215 qm Einschubdecken									
	à 50 l Lehm									10750 Lehm
	50 l Sand						10750			
38	29,4 lfd. m Treppenstufen zu versetzen									
	à 4 l Cement							236		
	8 l Sand						118			
39	57,2 qm innerer Schornsteinputz									
	à 10 l Kalk					572				
	20 l Sand						1144			
	Summa	15,4	143,63	23480	44655	48099	116231	2055	5392	
	Für Bruch, Verlust u. zur Abrundung	—	0,37	520	1345	1	69	45	8	
	Summa	15	144	24000	46000	48100	116300	2100	5400	

Massenberechnung der Zimmerarbeiten.

Pos.	Anzahl.	Gegenstand.	Tannen- oder Kiefernhölzer.					Eichenholz.
			$^{20}/_{24}$ cm	$^{18}/_{22}$ cm	$^{13}/_{17}$ cm	$^{12}/_{15}$ cm	$^{10}/_{12}$ cm	$^{10}/_{12}$ cm
		A. Verbandholz.						
		I. Balkenlage über dem Erdgeschosse.						
1	7	Balken des östl. Teiles zu 10,70 m Länge	74,90					
2	3	Mauerlatten daselbst zu je 5,70 m »						17,10
3	2	Balken des westl. Teiles zu 6,03 m »	12,06					
4	7	dergl. » » » » 6,40 m »	44,80					
5	2	Wandstichbalken das... » 5,60 m »	11,20					
6	6	Balken das. über Küche und Speisekammer » 3,80 m »	22,80					
7	1	Wandstichbalken das... » 3,24 m »	3,24					
8	3	Balken über dem Abort » 2,50 m »	7,50					
9	1	Treppenwechsel .... » 2,50 m »	2,50					
10	3	Wechsel .... » 1,50 m »	4,50					
11	1	Mauerlatte daselbst ... » 15,0 m »						15,00
12	23	Unterlegklötze unter den Balken, welche in Mauern liegen, die in beiden Geschossen gleiche Stärke haben, zu 0,40 m Länge						9,20
		II. Dachbalkenlage des westlichen Teiles.						
13	11	Balken ....zu 6,0 m Länge		66,00				
14	4	dergl................ » 3,80 m »		15,20				
15	2	Wandstichbalken...... » 5,60 m »		11,20				
16	1	Stichbalken .... » 3,24 m »		3,24				
17	1	desgl. auf der Abortswand » 2,36 m »		2,36				

18	1	Treppenwechsel .... » 2,50 m »	....	2,50				
19	3	Wechsel............ » 1,50 m »	....	4,50				
20	1	Mauerlatte auf der westlichen Mauer .... » 13,0 m »	....	....	....	....	....	13,00
21	1	desgl. auf der östlichen Mauer :| 4,80 m + 2,0 m + 5,0 m |:..................	....	....	....	....	....	11,80
22	1	desgl. auf der Mittelmauer :| 3,0 m + 1,20 m |:.....................	....	....	....	....	....	4,20
		III. Fachwerkswände im Obergeschosse.						
23	2	Wandrähme (zugleich Pfetten) des östlichen Teiles ....zu 6,80 m Länge	....	....	13,60			
24	2	Schwellen daselbst .... » 6,0 m »	....	....	12,00			
25	12	Ständer daselbst ...... » 3,75 m »	....	....	....	45,00		
26	4	Streben daselbst ...... » 3,25 m »	....	....	....	13,00		
27	2	Thürriegel daselbst.... » 1,30 m »	....	....	....	2,60		
28	4	Verriegelungen daselbst zu 5,50 m — 1,30 m Länge..................	....	....	....	....	16,80	
29	8	Ständer des westl. Teiles zu 3,50 m Länge	....	....	....	28,00		
30	4	Streben daselbst ...... » 4,00 m »	....	....	....	16,00		
31	2	Thürriegel daselbst.... » 1,30 m »	....	....	....	2,60		
32	2	Verriegelungen ....zu 3,50 m — 1,30 m	....	....	....	....	4,40	
33	2	desgl............. » 4,10 m — 1,30 m	....	....	....	....	5,60	
		IV. Dachkonstruktion.						
34	1	Firstpfette des westlichen Teiles zu 14,30 m Länge	....	....	14,30			
35	2	Fufspfetten daselbst zu 2 · 14,30 m — 5,0 m Länge	....	....	....	23,60		
36	34	Sparren daselbst .....zu 4,80 m Länge	....	....	....	....	163,20	
37	6	Schifter daselbst, aus 3 Sparren zu schneiden zu 4,60 m Länge.........	....	....	....	....	14,40	
38	2	Kehlsparren daselbst zu 5,70 m Länge	....	....	....	11,40		
		Latus	183,50	105,00	39,90	142,20	204,40	70,80

Pos.	Anzahl.	Gegenstand.	Tannen- oder Kiefernhölzer. $^{20}/_{24}$ cm	$^{18}/_{22}$ cm	$^{13}/_{17}$ cm	$^{12}/_{15}$ cm	$^{10}/_{12}$ cm	Eichenholz. $^{10}/_{12}$ cm
		Transport	183,50	105,00	39,90	142,20	204,40	70,30
39	4	Hängsäulen daselbst unter der Firstpfette .... zu 2,0 m Länge			8,0			
40	8	Streben dazu .... » 3,20 m »				25,60		
41	6	Kopfbänder daselbst ... » 1,0 m »					6,00	
42	1	Firstpfette des östlichen Teiles .... » 9,70 m »			9,70			
43	2	Fufspfetten daselbst ... » 6,60 m »				13,20		
44	7	Kehlbalken daselbst ... » 7,00 m »		49,00				
45	16	Sparren daselbst ...... » 7,50 m »					120,00	
46	6	Schifter daselbst aus 3 Sparren von je 4,80 m zu schneiden					14,40	
47	3	Hängsäulen unter der Firstpfette .... zu 1,80 m Länge			5,40			
48	5	Kopfbänder daselbst ... » 1,0 m »					5,00	
49	6	Streben daselbst ...... » 3,20 m »				19,20		
50	4	Streben zu den Wandbindern .... » 4,00 m »				16,00		
51	4	Zangen daselbst .... » 2,50 m »					10,00	
			183,50	154,00	63,00	216,20	359,80	70,30
		Hierzu circa 5 Prozent für Verschnitt	9,50	7,00	3,00	11,80	17,20	3,70
		Verbandholz .... Summa	193	161	66	228	377	74

Pos.	Anzahl.	Gegenstand.	Eichenhölzer. 12/15 cm	Eichenhölzer. 10/12 cm
		B. Fufsbodenlager, Überlagshölzer und Dübel.		
		Fufsbodenlager im Erdgeschosse:		
52	6	Stück im Besuchzimmer ... zu 5,50 m Länge	...	33,00
53	6	» » Wohnzimmer ... » 5,50 m »	...	33,00
54	5	» » Schlafzimmer ... » 5,50 m »	...	27,50
		Überlagshölzer und Dübel in beiden Geschossen:		
55	17	Überlagshölzer über den Thüröffnungen der massiven Mauern zu je 1,40 m »	23,80	
56	30	Stück Dübel daselbst in den ½ Stein starken Mauern ... zu 0,25 m »	7,50	
57	30	» » » » » 1½ » » » ... » 0,40 m »	12,00	
		Fufsbodenlager, Überlagshölzer und Dübel ... Summa	43,30	93,50

Pos.	Anzahl.	Gegenstand.	Fufsboden 3 cm stark: Länge. m	Breite. m	Flächeninhalt. qm	Fufsleisten 12 cm hoch. lfd. m
		C. Fufsboden und Fufsleisten.				
		a. Im Erdgeschofs:				
58	—	im Besuchzimmer ...	5,00	5,50	27,50	21,00
59	—	im Wohnzimmer ...	5,50	5,50	30,25	22,00
60	—	im Schlafzimmer ...	4,42	5,50	24,31	19,84
		Latus	14,92	16,50	82,06	62,84

Pos.	Anzahl.	Gegenstand.	Fußboden 3 cm stark Länge. m	Breite. m	Flächeninhalt. qm	Fußleisten 12 cm hoch. lfd. m
		Transport	14,92	16,50	82,06	62,84
61	—	Fußleisten in den übrigen Räumen :¦ 2 · 5,50 m + 2,0 m + 3,75 m — 0,50 m + 2 · 3,63 m — 2,0 m + 2 · 3,25 m + 2 · 3,10 m + 4 · 1,25 m + 2 · 20 m ¦:	....	....	....	41,21
		b. Im Obergeschoß:				
62	—	im Zimmer des Herrn	5,07	5,57	28,24	21,28
63	—	im Flur	2,00	5,57	11,14	15,14
64	—	im Treppenhause	0,60	2,00	1,20	5,12
65	—	im Magdzimmer	5,00	3,32	16,60	16,64
66	—	im Abort	1,25	2,00	2,50	6,50
67	—	im Schlafzimmer	5,50	6,00	33,00	23,00
68	—	in den beiden Kammern :¦ 2 · 5,50 m ¦:	11,00	2,12	23,32	26,24
		Fußboden* .... Summa	....	....	198,06	217,97
		Für die Fußleisten sind abzuziehen die Thüren incl. Bekleidung :¦ 2 · 13 · 1,20 + 2 · 1,0 m ¦:	....	....	....	33,20
		Fußleisten .... Summa	....	....	....	184,77

D. Gehobelte Dachschalung und Stirnleisten.

Pos.	Anzahl.	Gegenstand.	Dachschalung 3 cm stark Länge. m	Breite. m	Flächeninhalt. qm	Stirnleisten. 15 cm hoch lfd. m
69	—	Der Dachüberstand an den Giebeln des westl. Teiles :¦ 4 · 4,75 m ¦:	19,00	1,00	19,00	41,10
70	—	desgl. an den beiden Langseiten daselbst :¦ 2 · 12,20 m — 6,30 m :	18,10	1,00	18,10	

71	—	desgl. am östlichen Giebel :| 2 · 7,50 m |:	[illegible]	[illegible]	[illegible]	28,00
72	—	desgl. an den beiden Langseiten des östlichen Teiles :| 2 · 5,50 m |:	11,00	1,00	11,00	
		Gehobelte Dachschalung . . . . . Summa	. . . .	. . . .	63,10	
		Stirnleisten . . . . . Summa	. . . .	. . . .	. . . .	69,10
			Dachschalung 3 cm stark			
			Länge. m	Breite. m	Flächeninhalt. qm	
		E. Rauhe Dachschalung.				
73	—	Die westliche Dachfläche des westlichen Teiles nach Abzug des Dachüberstandes	12,20	3,80	80,75	
74	—	die östliche Dachfläche daselbst :| $2 \cdot \frac{12{,}20\text{ m} - 6{,}30\text{ m}}{2}$ |:	9,05	3,80		
75	—	die beiden Dachflächen des östlichen Teiles nach Abzug des Dachüberstandes :| 2 · 5,50 m |:	11,00	6,50	71,50	
		und :| $2 \cdot \frac{3{,}17\text{ m}}{2}$ |:	3,17	4,00	12,68	
		Rauhe Dachschalung . . . . . Summa	. . . .	. . . .	164,93	

* Die Fufsböden und Fufsleisten werden in manchen Orten von den Tischlern geliefert.

Holzauszug.

Littera.	Anzahl.	Gegenstand.	Tannenholz. cbm	Eichenholz. cbm
	193	laufende Meter Tannen- oder Kiefernbauholz 20/24 cm stark	9,2640	
	161	» » » » » 18/22 » »	6,3756	
	66	» » » » » 13/17 » »	1,4586	
	248	» » » » » 12/15 » »	4,4640	
	377	» » » » » 10/12 » »	4,5240	
	74	» » Eichenbauholz 10/12 » »	—	0,8880
A	1119	laufende Meter Verbandholz. Tannen- oder Kiefernholz Summa	26,0862	
		abgerundet: Summa	26,09	
	43,30	laufende Meter Eichenhölzer 12/25 cm stark	....	0,7794
	93,50	» » » 10/12 » »	....	0,1122
B	136,80	laufende Meter Fufsbodenlager u. s. w. Eichenholz Summa	....	1,7796
		abgerundet: Summa	....	1,78

zu dem Entwurfe eines Wohnhauses für Herrn N. N. in N.

Pos.	Anzahl.	Gegenstand.	Betrag im Einzelnen ℳ	Betrag im Einzelnen ₰	Betrag im Ganzen ℳ	Betrag im Ganzen ₰
		Tit. I. Erdarbeit.				
1	61,5	cbm Gartenerde vom ganzen Bauplatze bis zu 1 m Entfernung vom Gebäude abzuheben und bis zu 30 m Entfernung zu verkarren ... pro Kubikmeter	—	50	30	75
2	173	cbm Erde der Kellergrube und Fundamentgräben auszuschachten und später zur Hinterfüllung der Fundamente und Ausfüllung zwischen den Sockelmauern zu verwenden* ... pro Kubikmeter	—	80	138	40
		Erdarbeit ... Summa	......	....	169	15
		Tit. II. Maurerarbeit.				
3	17	cbm Fundamentbanquette sämtlicher Mauern und der Freitreppe aus lagerhaften Bruchsteinen in hydraulischem Mörtel sorgfältig nach Zeichnung herzustellen, mit Erde zu hinterfüllen und diese festzustampfen pro Kubikmeter	2	60	44	20
4	79,27	cbm Keller- und Sockelmauern (mit Ausnahme der äufseren Sockelmauern) aus lagerhaften Bruchsteinen in Kalkmörtel sorgfältig nach Zeichnung aufzuführen, mit Erde zu hinterfüllen und diese festzustampfen pro Kubikmeter	3	50	277	45
		Latus	......	....	321	65

* Bei ganz unterkellerten Gebäuden mufs der gröfste Teil der Erde abgefahren werden, was natürlich mit in Anschlag gebracht werden mufs.

Pos.	Anzahl.	Gegenstand.	Betrag im Einzelnen ℳ	Betrag im Einzelnen ₰	Betrag im Ganzen ℳ	Betrag im Ganzen ₰
		Transport	......	....	321	65
5	32,52	cbm äufseres Sockelmauerwerk aus Sandsteinquadern mit Hintermauerung von lagerhaften Bruchsteinen in Kalkmörtel nach Zeichnung sauber und sorgfältig aufzuführen, die Fensteröffnungen anzulegen, ohne Abzug der Öffnungen .... pro Kubikmeter	4	—	130	08
6	16	Stück Eisenstangen in die Sohlbänke und Sturze der frei liegenden Kellerfenster einzulassen .... pro Stück	—	30	4	80
7	67	qm äufsere Sockelflächen, — die Fensteröffnungen glatt durchgerechnet — mit Cementmörtel sauber auszufugen .... pro Quadratmeter	—	30	20	10
8	3,30	cbm Ziegelmauerwerk der Treppenwangenmauern und der beiden Gurtbögen nebst Übermauerung im Keller in Kalkmörtel nach Zeichnung sorgfältig aufzuführen, die Gerüste aufzustellen .... pro Kubikmeter	4	—	13	20
9	69,93	cbm Umfassungsmauern des Erdgeschosses aus Ziegeln in Kalkmörtel sauber herzustellen, die äufseren Mauerteile aus Ziegel I. Sorte, die inneren aus Ziegeln II. Sorte, die Fenster- und Thüröffnungen, sowie die Isolierluftschicht nach Zeichnung anzulegen, ohne Abzug der Öffnungen incl. Herstellung der Gerüste .... pro Kubikmeter	4	—	279	72
10	72,83	cbm Umfassungsmauern des Obergeschosses und der Giebel wie Pos. 9 herzustellen, ohne Abzug der Öffnungen incl. Herstellung der Gerüste pro Kubikmeter	4	20	305	89
11	38,5	laufende Meter Sockelprofilierung, bestehend aus einer Läuferschicht aus profilierten Ziegeln anzulegen .... pro laufendes Meter	—	30	11	55
12	50,6	laufende Meter Gurtgesims aus Sandstein zu versetzen, darunter zwei Ziegelschichten um $1\frac{1}{2}$ cm auszukragen, an der Mauer gemessen pro laufendes Meter	—	80	40	48
13	59,2	laufende Meter Fries 5 Schichten hoch, 4 cm vorkragend nach Zeichnung anzulegen .... pro laufendes Meter	—	50	29	60
14	68,1	laufende Meter Sohlbänke, Fenstergewände und Verdachungsgesimse der Fenster der Vorderfront, die Sohlbänke sämtlicher Fenster des Erdge-				

		schosses sorgfältig und sauber mit Hülfe der Steinmetzen zu versetzen pro laufendes Meter	1	—	68	10
15	74,6	laufende Meter Thür- und Fensterumrahmungen incl. der Laibungen der Seiten- und Hinterfront in Cementputz nach Zeichnung sauber herzustellen ... pro laufendes Meter	1	20	89	52
16	20,5	laufende Meter Verdachungsgesimse und Friese der Thür- und Fensteröffnungen der Seiten- und Hinterfront in Cementputz sauber nach Zeichnung herzustellen incl. Vormauern der Gesimse, in der gröfsten Ausladung gemessen ... pro laufendes Meter	2	20	45	10
17	12	qm Füllungen der Fensterbrüstungen nach Zeichnung in Ziegelmauerwerk sauber herzustellen ... pro Quadratmeter	1	50	18	—
18	299	qm äufsere Ziegelmauerflächen der Umfassungen mit Cementmörtel sauber auszufugen, die Mauerflächen vorher mit verdünnter Salzsäure abzuwaschen incl. Lieferung der Salzsäure ... pro Quadratmeter	—	50	149	50
19	30,87	cbm innere Mauern des Erdgeschosses aus Ziegeln II. Sorte in Kalkmörtel nach Zeichnung aufzuführen, Thüröffnungen* und Schornsteinrohre anzulegen ... pro Kubikmeter	3	50	108	05
20	6,35	cbm innere Mauern des Obergeschosses wie Pos. 19 aufzuführen pro Kubikmeter	3	90	24	77
21	71,32	qm innere Fachwände des Obergeschosses mit Ziegeln II. Sorte in Kalkmörtel $^1/_2$ Stein stark auszumauern ... pro Quadratmeter	—	75	53	49
22	2,85	cbm frei stehende Schornsteine von der Unterkante der obersten Balkenlage an gerechnet bis zu 0,55 m über Firsthöhe aufzumauern, ohne Abzug der Öffnungen ... pro Kubikmeter	4	50	12	83
23	3	Schornsteinköpfe über Dach nach Zeichnung mit kleinen Gesimsen zu versehen, dieselben mit Cementmörtel schräg abzudecken und auszufugen, im Dachraume mit Kalkmörtel zu berappen ... pro Stück	4	—	12	—
24	57,80	qm Kappengewölbe im Keller aus vollgebrannten Ziegeln II. Sorte $^1/_2$ Stein stark, sorgfältig, vollfugig auf den Kuf herzustellen und mit Beschuttung, bestehend aus Ziegelbrocken und magerem Kalkmörtel zu versehen, die Widerlagsflächen vorher einzuhauen incl. Aufstellung und späterer Fortnahme der Rüstung, in plano gemessen ... pro Quadratmeter	2	20	127	16
		Latus	.....	....	1865	59

* Die Thüröffnungen werden beim Arbeitslohn nicht in Abzug gebracht, dafür aber für das Einmauern der Dübel und Überlagshölzer nichts berechnet.

Pos.	Anzahl.	Gegenstand.	Betrag im Einzelnen ℳ	Betrag im Einzelnen ₰	Betrag im Ganzen ℳ	Betrag im Ganzen ₰
		Transport	......	....	1865	59
25	60,80	qm flachkantiges Ziegelpflaster aus Ziegeln II. Sorte in Sandbettung, die Fugen in Kalkmörtel in sämtlichen Kellerräumen herzustellen incl. Hineinschaffen des Sandes und Ebnen desselben .... pro Quadratmeter	—	70	42	56
26	34,2	qm Fufsboden aus geschliffenen Sollinger Platten im Flur, Treppenhause und Abort des Erdgeschosses, auf dem Podest der Kellertreppe, in der Küche und Speisekammer in Kalkmörtelbett sauber zu verlegen pro Quadratmeter	1	—	34	20
27	110,6	qm Gipsestrich auf dem Dachboden des ganzen Gebäudes ca. 3 cm dick herzustellen incl. Ebnen des Sandbettes .... pro Quadratmeter	—	80	88	48
28	222	qm Rappputz auf den Kellerwänden, Gewölben und den Giebelmauern im Dachraume aus Kalkmörtel herzustellen .... pro Quadratmeter	—	25	55	50
29	644,5	qm glatten Wandputz aus Kalkmörtel auf den massiven inneren Wandflächen sämtlicher Räume sauber anzubringen, ohne Abzug der Öffnungen* pro Quadratmeter	—	40	257	80
30	142,6	qm glatten Wandputz aus Kalkmörtel auf den Fachwerkswänden des Obergeschosses herzustellen incl. Berohren des Holzwerks und Lieferung von Rohr, Draht und Nägeln .... pro Quadratmeter	—	55	78	43
31	242	qm Deckenputz aus Kalkmörtel mit Gipszusatz auf Spalierlatten sauber herzustellen, incl. Spalieren der Decke, Lieferung der Spalierlatten und Nägel .... pro Quadratmeter	1	20	290	40
32	21	laufende Meter Vouten 15 cm hoch :| 2 · 5,5 m + 2 · 5,0 m |: im Besuchzimmer sauber zu ziehen incl. Spalieren, Lieferung der Spalierlatten, Knaggen, Nägel und Gips .... pro laufendes Meter	1	—	21	—
33	21	laufende Meter Deckengesims daselbst vorzumauern und zu ziehen incl. Gips (zur speziellen Berechnung) und Anfertigung der Schablonen pro laufendes Meter	2	50	52	50
34	215	qm Einschubdecken (ohne Abzug der Balken gemessen) mit einem 5 cm starken Lehmschlag aus Strohlehm und nach Trocknung desselben mit				

		einer ca. 5 cm starken Sandschüttung zu versehen incl. Lieferung des Strohes ....pro Quadratmeter	—	40	86	—
35	29,40	laufende Meter Treppenstufen aus Sandstein, der Freitreppe (incl. Thürschwelle) und der Kellertreppe sorgfältig zu versetzen, die Fugen mit Cementmörtel zu verstreichen ....pro laufendes Meter	2	—	58	80
36	57,2	qm innere Schornsteinflächen mit Kalkmörtel glatt zu verputzen pro Quadratmeter	—	40	22	88
37	84	steigende Meter Schornsteine :| 7 · 12 m |: teils in den Mauern liegend, teils frei stehend aufzuführen, als Zulage (das Mauerwerk derselben ist schon als solches berechnet) ....pro steigendes Meter	—	60	50	40
38	6	Bolzenanker zur Befestigung der Hausthürzarge einzumauern ....pro Stück	—	30	1	80
39	36	Stück Balken- und Pfettenanker anzubringen und zu vermauern .pro Stück	—	30	10	80
40	22	Stück gröfsere Blindrahmen der Geschofsfenster einzusetzen und zu verstreichen...pro Stück	1	—	22	—
41	12	Stück kleinere Geschofs- und Kellerfenster desgl. ....pro Stück	—	50	6	—
42	14	Stück Schornsteinschieber einzusetzen ....pro Stück	—	50	7	—
43	2	Klosetbecken und das Rohr anzubringen	5	—	5	—
44	5	eiserne Mantelöfen aufzusetzen, eine Ofenfufsplatte aus Sandstein darunter anzubringen incl. Lieferung der Platte, die Öfen mit Chamottesteinen auszumauern und die Ofenrohre anzubringen..durchschnittlich pro Stück	9	—	45	—
45	1,50	laufende Meter glasierte Thonröhren vom Raume unter dem Abort nach dem Ventilationsschornsteine neben dem Küchenschornstein sorgfältig zu verlegen und die Verbindungsstelle mit Cement dicht zu machen ......à	1	—	1	50
46	481	hl Kalk (in der Grube gemessen) zu löschen incl. Herstellung der Kalkgrube und Vorhaltung der Löschpfanne und Wassertransport pro Hektoliter	—	30	144	30
47	—	Für Vorhaltung sämtlicher Gerüste und Gerätschaften 5 Prozent des Arbeitslohnes...	162	66	162	66
		Maurerarbeit.......................................Summa	......	....	3415	60

* Bei den Fenstern werden dafür die Laibungen derselben nicht mitgemessen, bei den Thüren für das Nachputzen nichts gerechnet.

Pos.	Anzahl.	Gegenstand.	Betrag im Einzelnen ℳ	Betrag im Einzelnen ₰	Betrag im Ganzen ℳ	Betrag im Ganzen ₰
		Tit. III. Maurermaterial incl. Transport.				
48	15	cbm Quader, bossierte, aus rotem Sandstein in vorgeschriebenen Maſsen anzuliefern ... pro Kubikmeter	30	—	450	—
49	144	cbm lagerhafte Bruchsteine anzuliefern und in Bänken von 1 m Breite und 1 m Höhe aufzusetzen ... pro Kubikmeter	5	—	720	—
50	24000	Ziegelsteine I. Sorte (keine Verblendsteine) anzuliefern und in Stapeln von je 200 Stück aufzusetzen ... pro Mille	36	—	864	—
51	46000	vollgebrannte Ziegelsteine II. Sorte anzuliefern und wie in Pos. 50 angegeben aufzusetzen ... pro Mille	30	—	1380	—
52	481	hl gelöschten Kalk (in der Grube gemessen) anzuliefern ... pro Hektoliter	1	20	577	20
53	116,3	cbm scharfkörnigen Mauersand anzuliefern ... pro Kubikmeter	3	—	348	90
54	14	Tonnen besten Portland-Cement (2100 l, 150 l = 1 Tonne) anzuliefern pro Tonne	11	—	154	—
55	54	hl Fuſsboden-Gips anzuliefern ... pro Hektoliter	3	—	162	—
56	325	Stück Formziegel zur Sockelprofilierung ... pro Mille	60	—	19	50
57	35	qm geschliffene Sollinger Platten in den betreffenden Fuſsböden entsprechenden Abmessungen anzuliefern ... pro Quadratmeter	6	—	210	—
58	10,75	cbm Lehm anzuliefern ... pro Kubikmeter	4	—	43	—
		Maurermaterial incl. Transport ... Summa	...	...	4928	61
		Tit. IV. Steinmetzarbeit.				
59	67	qm Auſsenflächen der Sockelquader incl. Freitreppenwangen zu kröneln, die Quader, deren durchnittliche Dicke 0,30 m beträgt, scharfkantig winkelrecht, die Ober-. Unter- und Stirnflächen hammerrecht eben zu bearbeiten, nur die Auſsenfläche gemessen ... pro Quadratmeter	7	—	469	—
60	50,6	laufende Meter Gurtgesimse aus rotem Sandstein 15 cm hoch, 8 cm ausladend, 20 cm im Ganzen breit nach Zeichnung sauber herzustellen, sämt-				

		liche Aufsenflächen zu schleifen incl. Material, Transport und Hülfeleistung beim Versetzen .... pro laufendes Meter	6	—	303	60
61	—	Zulage für 16,80 lfd. m obiger Gurtgesimse, die als Sohlbänke um 8 cm breiter zu liefern und entsprechend zu bearbeiten sind, pro laufendes Meter	1	50	24	45
62	10	Ecken und einspringende Winkel, resp. Verkröpfungen obiger Gurtgesimse herzustellen, als Zulage .... à	1	—	10	—
63	15	laufende Meter Sohlbänke der Fenster des Erdgeschosses aus bestem, rotem Sandstein nach Zeichnung mit geschliffenen Oberflächen sauber herzustellen und anzuliefern incl. Material .... pro laufendes Meter	7	50	112	50
64	34,5	laufende Meter Fenstergewände der Fenster der Vorderfront aus bestem, rotem Sandsteine nach Zeichnung sauber geschliffen herzustellen, incl. Lieferung des Materials und Hülfeleistung beim Versetzen desselben pro laufendes Meter	7	—	241	50
65	8,64	laufende Meter Friese der gröfseren Fenster der Vorderfront mit dem Sturzgewände aus einem Stücke nach Zeichnung zu arbeiten und anzuliefern pro laufendes Meter	3	—	25	92
66	4	Pilaster der beiden dreiteiligen Fenster mit Kapitäl und Basis aus bestem rotem Sandstein nach Zeichnung sauber herzustellen und anzuliefern incl. Material .... pro Stück	18	—	72	—
67	2	Stück Verdachungsgesimse der Fenster des östlichen Teiles nach Zeichnung aus rotem Sandstein sauber herzustellen und anzuliefern incl. Material pro Stück	15	—	30	—
68	1	Verdachungsgesims des unteren dreiteiligen Fensters desgl.	30	—	30	—
69	1	desgl. des oberen dreiteiligen Fensters incl. Akroterie	40	—	40	—
70	11,40	laufende Meter Treppenstufen der Freitreppe incl. Schwellstein der Hausthüre à 0,33 m breit, 0,19 m hoch aus bestem, rotem Sandstein mit scharrierten Tritt- und Stofsflächen herzustellen und anzuliefern incl. Material pro laufendes Meter	6	—	68	40
71	18	laufende Meter Treppenstufen der Kellertreppe à 0,30 m breit, 0,18 m hoch aus gutem, rotem Sandstein mit scharrierten Tritt- und Stofsflächen herzustellen und anzuliefern incl. Material .... pro laufendes Meter	5	—	90	—
		Steinmetzarbeit .... Summa	......	....	1517	37

Pos.	Anzahl.	Gegenstand.	Betrag im Einzelnen ℳ	Betrag im Einzelnen ₰	Betrag im Ganzen ℳ	Betrag im Ganzen ₰
		Tit. V. Zimmerarbeit.				
72	1119	laufende Meter Holz nach Zeichnung sauber zu verbinden, zu richten und die Eisenteile anzubringen ....pro laufendes Meter	—	40	447	60
73	59	Stück Sparren- und Pfettenköpfe zu hobeln und zu profilieren ....à	—	40	23	60
74	30	laufende Meter Schwebesparren auf drei Seiten zu hobeln und an zwei Kanten zu fasen ....pro laufendes Meter	—	20	6	—
75	63,10	qm an der unteren Seite gehobelte Dachschalung des Dachüberstandes aus 3 cm starken, trockenen Tannenbrettern in Nut und Feder herzustellen incl. Lieferung der Bretter und Nägel ....pro Quadratmeter	3	—	189	30
76	164,93	qm rauhe Dachschalung aus 3 cm starken, trockenen Tannenbrettern in Nut und Feder herzustellen incl. Lieferung der Bretter und Nägel pro Quadratmeter	2	60	428	82
77	69,10	laufende Meter in der Form von Sima mit Unterplatte nach Detailzeichnung profilierte Stirnleisten aus Kiefernbrettern von 4 cm Stärke und 14 cm Breite gearbeitet an den Schwebesparren und Traufseiten des Daches herzustellen und anzubringen incl. Holz und Nägel ....pro laufendes Meter	—	90	62	19
78	198,06	qm Fufsboden aus 3 cm starken, möglichst astfreien, trockenen, gehobelten und gefugten Kiefernbrettern von höchstens 15 cm Breite mit Verdübelung sauber zu verlegen und mit Sand zu unterstopfen incl. Strecken der Fufsbodenlager und Abgleichen der Balkenlage, sowie Lieferung der Bretter, eisernen Dübel und Nägel ....pro Quadratmeter	4	—	792	24
79	184,77	laufende Meter 12 cm hohe, 3 cm starke gehobelte und gekehlte Fufsleisten, aus trockenen Kiefern- oder Tannenbrettern anzufertigen und anzubringen incl. Materiallieferung ....pro laufendes Meter	—	50	42	38
80	215	qm Einschubdecken (s. Pos. 37 der Massenberechnung der Maurerarbeiten) aus Schalbohlen auf angenagelten Latten in allen Balkenfeldern beider Balkenlagen herzustellen incl. Materiallieferung, ohne Abzug der Balken gemessen ....pro Quadratmeter	1	—	215	—

81	—	Für Vorhaltung sämtlicher Gerüste und Gerätschaften, Transport der Materialien vom Zimmerplatze nach der Baustelle incl. Auf- und Abladen 2 Prozent obiger Summe	—	—	44	87
		Zimmerarbeit ... Summma	...	...	2252	—
		Tit. VI. Zimmermaterial.				
82	26,09	cbm gesundes, fehlerfreies Tannen- oder Kiefernholz (s. Holzauszug litt. A) in den vorgeschriebenen Dimensionen anzuliefern ... pro Kubikmeter	40	—	1043	60
83	1,78	cbm gesundes, splintfreies, geschnittenes Eichenholz (s. Holzauszug, litt. B) in den vorgeschriebenen Dimensionen anzuliefern ... pro Kubikmeter	70	—	124	60
		Zimmermaterial ... Summa	...	...	1168	20
		Tit. VII. Dachdeckerarbeit incl. Material.				
84	228,03	qm Dachflächen (s. Massenberechnung der Zimmerarbeiten: Gehobelte und rauhe Dachschalung) mit bestem englischem Schiefer sorgfältig einzudecken incl. Materiallieferung ... pro Quadratmeter	4	50	1026	14
85	13	laufende Meter Kehlen mit Zinkblech Nr. 11 einzudecken incl. Material pro laufendes Meter	5	—	65	—
86	4	Stück vierscheibige Dachfenster incl. Verglasung und Anstrich anzuliefern und einzudecken ... pro Stück	9	—	36	—
87	12	Stück Leiterhaken anzuliefern, zu befestigen und einzudecken ... pro Stück	1	—	12	—
		Dachdeckerarbeit ... Summa	...	...	1139	14
		Tit. VIII. Klempnerarbeit incl. Material.				
88	33,97	laufende Meter Dachrinnen :| 14,27 m + 2 · 3,37 m + 2 · 6,48 m |: auf dem Dache liegend und die Sima überdeckend, 0,70 m Zinkbreite von Zinkblech Nr. 11 anzufertigen und anzubringen incl. der nötigen Rinneisen, an welchen zugleich die Sima befestigt wird ... pro laufendes Meter	4	50	152	87
		Latus	...	...	152	87

Pos.	Anzahl.	Gegenstand.	Betrag im Einzelnen ℳ	Betrag im Einzelnen ₰	Betrag im Ganzen ℳ	Betrag im Ganzen ₰
		Transport			152	87
89	22,2	laufende Meter Abfallrohre :| 8,20 m + 2 · 7,0 m |: 10 cm weit von Zinkblech Nr. 11 anzufertigen und anzubringen incl. Lieferung der nötigen Schelleisen .... pro laufendes Meter	2	—	44	40
90	4 2	laufende Meter Zinkstreifen :| 4 · 4,80 m + 2 · 7,50 m |: von ca. 15 cm Breite zur Abdeckung und Dichtmachung der Sima an den Schwebesparren anzubringen .... pro laufendes Meter	1	—	34	20
91	3	qm Zinkblech Nr. 11 zu einem Rauchmantel (Dunstfang) in der Küche zu verarbeiten .... pro Quadratmeter	5	—	15	—
		Klempnerarbeit .... Summa	......	....	246	47
		Tit. IX. Tischlerarbeit incl. Material.				
		11,76 qm, die beiden dreiteiligen Fenster der Vorderfront :| 2 · 2,80 m · 2,10 m |: jedes mit 4 aufgehenden und 3 fest stehenden Flügeln 24,36 qm, 10 Stück gröfsere Fenster beider Geschosse, jedes mit 2 aufgehenden und 1 festen Rahmen :| 10 · 1,16 m · 2,10 m |: 6,38 qm, 4 Stück kleinere Fenster beider Geschosse an der Hinterfront, jedes mit 1 aufgehenden und 1 festen Rahmen :| 4 · 0,76 m · 2,10 m |:				
92	42,50	qm obiger Fenster nach Detailzeichnung, Rahmen und Blindrahmen aus bestem, astfreiem 4 cm starkem Kiefernholz anzufertigen und einzusetzen pro Quadratmeter	8	—	340	—
93	20,24	laufende Meter Latteibretter zu obigen Fenstern 0,25 m breit :| 2 · 2,80 m + 10 · 1,16 m + 4 · 0,76 m |: aus 3 cm starken astfreien Kiefernbrettern anzufertigen und anzubringen .... pro laufendes Meter	1	20	24	29
94	4,52	qm Halbgeschofsfenster, 3 Stück à 2 aufgehende Rahmen :| 3 · 1,16 m · 1,30 m |: aus 4 cm starkem, astfreiem Kiefernholz anzufertigen und einzupassen pro Quadratmeter	7	—	[illegible]	[illegible]

95	3,48	laufende Meter Latteibretter zu obigen Fenstern 0,13 m breit :| 3 · 1,16 m |: aus 3 cm starken, astfreien Kiefernbrettern anzufertigen und anzubringen pro laufendes Meter	—	70	2	44
96	3,32	qm Kellerfenster :| (1,16 m + 1,70 m + 2 · 0,96 m + 0,76 m) · 0,60 m |: aus bestem, trockenem, astfreiem und splintfreiem, 4 cm starkem Eichenholze anzufertigen und einzupassen .... pro Quadratmeter	10	—	33	20
97	5,22	qm zweiflügelige Haupteingangsthür mit Oberlicht :| 1,74 m · 3,0 m |: (incl. Zarge gemessen) mit 8/12 cm starker Zarge, 6 cm starken Rahmhölzern, 4 cm starken Füllungen nach Detailzeichnung aus bestem, trockenem, möglichst astfreiem Kiefernholze sauber anzufertigen und einzupassen pro Quadratmeter	30	—	156	60
98	5	Stück Vierfüllungsthüren beider Geschosse mit 0,40 m breitem glattem Futter, 13 cm breiter Bekleidung, die Thüren 1 m breit, 2,20 m hoch mit 4 cm starken Rahmen und 3 cm starken Füllungen aus bestem, trockenem Kiefernholze sauber anzufertigen und einzupassen .... pro Stück	27	—	135	—
99	1	Stück dergl. im Erdgeschosse wie in Pos. 98, aber mit nur 0,27 m breitem Futter .... pro Stück	25	—	25	—
100	7	Stück dergl. in beiden Geschossen, wie in Pos. 98, aber mit nur 14 cm breitem Futter .... pro Stück	23	—	161	—
101	2	Stück Abortsthüren, 0,80 m breit, 2,20 m hoch mit je drei Füllungen, sonst wie in Pos. 100 .... pro Stück	20	—	40	—
102	2	Stück Lattenthüren im Keller herzustellen.................... pro Stück	6	—	12	—
103	1	kleine Thür mit eingeschobenen Leisten zum Abschlufs des Raumes unter dem Abort 0,80 m breit, 1,0 m hoch	4	—	4	—
104	2	Abortssitze, bestehend aus Sitzbrett mit Brille und Verschlufsdeckel und Futterbrett aus Kiefernbrettern anzufertigen........................ à	12	—	24	—
105	—	Die Treppe* im Erdgeschosse, enthaltend 22 Steigungen, die Wangen aus 5 cm starken Kiefernbohlen, die Stufen und der Podestbelag aus astfreien und splintfreien 4 cm starken Eichenbrettern, die Futterstufen 2½ cm stark aus Kiefernholz, mit gedrehten Docken und Spindeln und				
		Latus	......	....	989	17

* Die Treppen werden auch häufig mit in die Zimmerarbeit gerechnet.

Pos.	Anzahl.	Gegenstand.	Betrag im Einzelnen ℳ	Betrag im Einzelnen ₰	Betrag im Ganzen ℳ	Betrag im Ganzen ₰
		Transport	......	....	989	17
		profiliertem Handläufer aus poliertem Birkenholz, alles sauber gearbeitet anzuliefern und aufzustellen (das Podest zu 6 Stufen gerechnet) pro Stufe	15	—	420	—
106	—	Die Treppe im Obergeschosse, enthaltend 21 Steigungen, die Stufen und der Podestbelag aus 4 cm starken Kiefernbrettern, sonst wie die vorige beschrieben anzufertigen und aufzustellen (das Podest zu 6 Stufen gerechnet) .... pro Stufe	14	—	378	—
107	4,75	qm Bretterwand :| 1,90 m · 2,50 m |: unter der frei liegenden Wange des unteren Treppenarmes im Erdgeschosse aus 3 cm starken Kiefernbrettern in Nut und Feder mit profilierten Kanten herzustellen. pro Quadratmeter	4	—	19	—
108	1	Eingangsthür des Kellers unter der Treppe des Erdgeschosses 0,90 m breit, 2,0 m hoch mit 4 Füllungen und Bohlenzarge aus 5 cm starken, 12 cm breiten Kiefernbohlen herzustellen und einzupassen .... à	20	—	20	—
		Tischlerarbeit .... Summa	......	....	1826	17
		Tit. X. Schlosser- und Schmiedearbeiten.				
109	252	kg zu 36 Stück Balken- und Pfettenankern à 7 kg, incl. Nägel und Krampen anzufertigen .... pro kg	—	50	126	—
110	32	kg zu 4 Paar leichten Hängeisen mit Bolzen und Krampen à 8 kg zu den beiden Sprengwänden im Obergeschosse .... pro kg	—	50	16	—
111	48	kg zu 16 Eisenstangen à 1,26 m lang à 3 kg schwer vor den Kellerfenstern anzuliefern .... pro Kilogramm	—	40	19	20
112	150	Stück 20 cm lange, schmiedeeiserne Nägel zum Befestigen der Sparren auf den Pfetten .... pro Stück	—	15	32	50
113	14	Stück $1\frac{1}{2}$ cm dicke, 24 cm zwischen Kopf und Mutter lange Schraubenbolzen zur Verbindung der Sparren des östlichen Teiles mit den Kehlbalken .... pro Stück	—	80	11	20

114	2	Beschläge zu den dreiteiligen Fenstern der Vorderfront, bestehend aus 8 Aufsatzbändern, 20 Scheinecken, 2 einflügelige, 1 zweiflügeligen Baskülverschluſs mit Messingoliven und 8 Bankeisen zu liefern und anzubringen pro Beschlag	12	—	24	—
115	12	Beschläge zu den Fenstern mit zwei aufgehenden und einem festen Flügel, bestehend aus 4 Aufsatzbändern, 8 Scheinecken, Baskülverschluſs mit Messingolive und 6 Bankeisen .... pro Beschlag	6	—	72	—
116	4	Beschläge zu den Fenstern mit einem aufgehenden und einem festen Rahmen, bestehend aus je 2 Aufsatzbändern, 6 Scheinecken, 2 Vorreibern und 6 Bankeisen .... pro Beschlag	2	50	10	—
117	3	Beschläge zu den Halbgeschoſsfenstern mit je 2 aufgehenden Flügeln, bestehend aus 4 Aufsatzbändern, 4 Scheinecken, 4 Vorreibern und 4 Bankeisen .... pro Beschlag	3	50	10	50
118	4	Beschläge zu zweiflügeligen Kellerfenstern, bestehend aus je 4 Aufsatzbändern, 4 Scheinecken, 3 Vorreibern und 4 Bankeisen .... pro Beschlag	3	10	12	40
119	1	Beschlag zu einem einflügeligen Kellerfenster, bestehend aus 2 Aufsatzbändern, 2 Scheinecken, 1 Vorreiber und 4 Bankeisen .... pro Beschlag	2	50	1	50
120	1	Beschlag zur Haupteingangsthür, bestehend aus 4 Winkelbändern mit Stützhaken, 2 Kantenriegeln, eingestecktem Schlosse mit guſseisernen Drückern und 2 Schlüsseln, 6 Schraubenankern zur Befestigung der Thürzarge, und Thürglocke .... pro Beschlag	32	—	32	—
121	13	Beschläge zu Zimmerthüren, bestehend aus je 2 Aufsatzbändern, eingestecktem Schlosse mit Schlüssel und Drückern aus Büffelhorn pro Beschlag	12	—	156	—
122	2	Beschläge zu Abortsthüren, bestehend aus je 2 Aufsatzbändern, eingestecktem Schlosse mit Schlüssel und guſseisernen Drückern und innerem Schubriegel .... pro Beschlag	10	—	20	—
123	2	Beschläge zu Lattenthüren im Keller, bestehend aus je 2 langen Bändern, Ankerhaken, Überfall, Krampe und Vorhängeschloſs .... pro Beschlag	4	50	9	—
124	1	Beschlag zur Thür des Raumes unter dem Abort, bestehend aus 2 Hängen mit Haken und Schubriegel .... à	2	50	2	50
125	1	Beschlag zur Eingangsthür des Kellers wie in Pos. 122, aber ohne Schubriegel .... à	9	—	9	—
		Schlosser- und Schmiedearbeiten .... Summa	......	....	563	80

Pos.	Anzahl.	Gegenstand.	Betrag im Einzelnen ℳ	Betrag im Einzelnen ₰	Betrag im Ganzen ℳ	Betrag im Ganzen ₰
		Tit. XI. Maler- und Anstreicherarbeiten.				
126	42,50	qm Fenster (Pos. 92) das Holzwerk nach aufsen zu grundieren und zweimal mit guter Ölfarbe zu streichen, nach innen desgl. und aufserdem holzartig zu malen und zu lackieren . . . . pro Quadratmeter	1	—	42	50
127	5,04	qm Latteibretter obiger Fenster :| $20{,}24\ m \cdot 0{,}25\ m$ |: (Pos. 93) zu grundieren, zweimal mit Ölfarbe zu streichen, holzartig zu malen und zu lackieren pro Quadratmeter	1	30	6	56
		4,52 qm Halbgeschofsfenster (Pos. 94) 3,48 » Latteibretter (Pos. 95) 3,32 » Kellerfenster				
128	11,32	qm obiger Fenster und Latteibretter zu grundieren und zweimal mit guter Ölfarbe zu streichen . . . . pro Quadratmeter	—	70	7	92
129	10,44	qm, die Haupteingangsthür nebst Oberlicht :| $2 \cdot 5{,}22$ qm |: Pos. 97 auf beiden Seiten zu grundieren und zweimal mit guter Ölfarbe zu streichen pro Quadratmeter	—	70	7	31
		40,75 qm Thüren Pos. 98 :| $5 \cdot [2 \cdot 1{,}28\ m \cdot 2{,}34\ m + 0{,}40\ m \cdot (2 \cdot 2{,}20\ m + 1{,}0\ m)]$ |: 7,45 » » » 99 :| $2 \cdot 1{,}28\ m \cdot 2{,}34\ m + 0{,}27\ m \cdot (2 \cdot 2{,}20\ m + 1{,}0\ m)$ |: 47,22 » » » 100 :| $7 \cdot [(2 \cdot 1{,}28\ m \cdot 2{,}34\ m) + 0{,}14\ m \cdot (2 \cdot 2{,}20\ m + 1{,}0\ m)]$ |: 5,90 » » » 101 :| $2 \cdot [(2 \cdot 1{,}08\ m \cdot 2{,}34\ m) + 0{,}14\ m \cdot (2 \cdot 2{,}20\ m + 0{,}8\ m)]$ |:				
130	101,32	qm obige Thüren (beiderseitig gemessen) zu grundieren, zweimal mit Ölfarbe zu streichen, holzartig zu malen und zu lackieren pro Quadratmeter	1	30	131	72
131	1,60	qm die Thür des Raumes unter dem Abort (Pos. 103) auf beiden Seiten zu grundieren und zweimal mit Ölfarbe zu streichen . . . . . pro Quadratmeter	—	70	1	12
		2,14 qm die Abortssitze :| $2 \cdot \left(\frac{0{,}80\ m^2\ \pi}{4} + \frac{0{,}80\ m\ \pi}{2} \cdot 0{,}45\ m\right)$ (Pos. 104)				

		57,04 » die Stufen, Futterstufen und Podeste beider Geschofstreppen auf beiden Seiten :| 4 · 3,50 m · 2,0 m (4 · Horizontalprojektion) + 2 · (3,74 m + 3,52 m) · 2,0 m (2 · Vertikalprojektion beider Treppen) (Pos. 105)				
		198,06 » Fufsböden (Pos. 78)				
132	257,24	qm obiger Holzflächen zweimal mit heifsem Leinöl zu streichen pro Quadratmeter	—	50	128	62
		14,36 qm Treppenwangen 12,6 m · 0,72 m (Länge × Ummessung der frei liegenden Wangen) + 12,6 m · 0,42 m (desgl. der an den Mauern liegenden Wangen)				
		22,17 » Fufsleisten Pos. 79 :| 184,77 m · 0,12 m |:				
		4,75 » Bretterwand unter dem Treppenarm Pos. 107 auf einer Seite				
		4,70 » Eingangsthür des Kellers auf beiden Seiten :| 2 · ,090 m · 2,0 m + (2 · 2,0 m + 1,0 m) · 0,21 m Fläche der Bohlenzarge, Pos. 108				
133	45,98	qm obiger Holzflächen zu grundieren, zweimal mit Ölfarbe zu streichen, holzartig zu malen und zu lackieren .... pro Quadratmeter	1	30	59	77
134	63,10	qm Schalung, Sparren- und Pfettenköpfe des Dachüberstandes (Pos. 75) incl. der Schwebesparren zu grundieren und zweimal mit Ölfarbe zu streichen pro Quadratmeter	—	70	44	17
		(Bemerkung: Da die in Pos. 75 berechnete Schalung auch noch die Mauer bedeckt, der eigentliche sichtbare Dachüberstand etwa um 1/3 weniger beträgt, so werden hierfür die Pfetten und Sparrenköpfe nicht besonders gerechnet.)				
135	69,10	laufende Meter Sima mit Unterplatte (Pos. 77) zu grundieren und zweimal mit Ölfarbe zu streichen .... pro laufendes Meter	—	30	20	27
136	242	qm verputzte Decken (Pos. 31) mit Leimfarbe weifs zu streichen und einfach zu dekorieren incl. Vorhaltung der Gerüste ...... pro Quadratmeter	—	80	72	60
137	86	qm dieser Decken und zwar des Besuchzimmers, des Wohnzimmers und des Zimmers des Herrn :| 27,50 qm + 30,25 qm + 28,25 qm s. Massenberechnung |: reicher zu dekorieren, als Zulage .... pro Quadratmeter	1	—	86	—
138	76,36	qm Wandflächen der Küche und Speisekammer :| [2 · (3,63 m + 3,25 m) + 2 · (1,25 m + 3,10 m)] · 3,4 |: mit Leimfarbe rötlichgelb zu streichen und mit dunkleren Strichen einzufassen .... pro Quadratmeter	—	20	15	27
139	6	Ofennischen zu malen, durchschnittlich .... à	3	—	18	—
		Malerarbeit .... Summa	......	....	639	83

Pos.	Anzahl.	Gegenstand.	Betrag im Einzelnen ℳ	Betrag im Einzelnen ₰	Betrag im Ganzen ℳ	Betrag im Ganzen ₰
		Tit. XII. Tapeziererarbeit.				
140	177	qm Wandflächen des Besuchzimmers, des Wohnzimmers und des Zimmers des Herrn :| (21,0 m + 22,0 m + 15,70) · 3,40 m — 7 · 2 qm für Thüren und 3 · 3 qm für Ofennischen |: zu tapezieren, incl. Leim und Kleister pro Quadratmeter	—	15	26	55
141	51	Stück Tapeten zu obigen Zimmern zu liefern :| $\frac{177}{3,5}$ |: .... pro Stück	1	20	61	20
142	60	laufende Meter Borden zu obigen Zimmern zu liefern pro laufendes Meter	—	40	24	—
143	128	qm Wandflächen der beiden Schlafzimmer :| 19,84 m · 3,40 m + 21,0 m · 3,65 m — 5 · 2 qm für Thüren und 2 · 3 qm für Ofennischen |· zu tapezieren incl. Lieferung von Leim und Kleister .... pro Quadratmeter	—	15	19	20
144	37	Stück Tapeten zu obigen Zimmern zu liefern :| $\frac{128}{3,5}$ |: .... pro Stück	—	80	29	80
145	41	laufende Meter Borden daselbst .... pro laufendes Meter	—	25	10	25
146	249	qm Wandflächen der Vorplätze, Treppenräume, Aborte, Dachkammern und des Mägdezimmers :| (12,90 m + 7,50 m + 6,50 m) · 3,40 m + (7,50 m + 6,50 m + 13,32 m) · 3,20 m + 11,0 m · 2,80 m + 8,48 m · 3,27 m + 2 · 5,50 m · 3,65 m — 13 · 2 qm für Thüren und 3 qm für eine Ofennische |: zu tapezieren incl. Lieferung von Leim und Kleister .... pro Quadratmeter	—	15	37	35
147	72	Stück Tapeten :| $\frac{249}{3,5}$ |: zu obigen Räumen zu liefern .... pro Stück	—	50	36	—
148	85	laufende Meter Borden dazu zu liefern .... pro laufendes Meter	—	15	12	75
		Tapeziererarbeit .... Summa	......	....	257	10

		Tit. XIII. Glaserarbeit incl. Material.				
		6,2728 qm Glasflächen der beiden dreiteiligen Fenster :| 4 · 0,47 m · 1,74 m* + 2 · 0,92 m · 1,74 m — 2 · 1,25 m · 0,08 m |:**				
		18,0096 » Glasflächen der dreiflügeligen Fenster :| 12 · 0,92 m · 1,74 m — 12 · 1,25 m · 0,08 m |:				
		3,6192 » Glasflächen der hinteren zweiflügeligen Fenster :| 4 · 0,52 · 1,74 m |:				
		2,0352 » Glasflächen der Halbgeschofsfenster :| 6 · 0,32 m · 1,06 m |:				
		1,8032 » Glasflächen der Kellerfenster :| (0,92 m + 2 · 0,72 m + 3 · 0,52 m) · 0,46 m |:				
		0,7000 » Glasflächen des Oberlichtes der Hausthüre :| 1,40 m · 0,50 m |:				
149	32,44	qm 4/4 starke Scheiben von halbweifsem Glase einzusetzen incl. Material pro Quadratmeter	4	50	145	98
		Glaserarbeit .... Summa	......	....	145	98
		Tit. XIV. Töpferarbeit incl. Material.				
150	1	weifsen Kachelofen für das Besuchzimmer, $3^1/_2 \cdot 2^1/_2 \cdot 9$ Kacheln grofs mit Fufsgesims, Fries und Bekrönung, Heizthüre, Rost und Aschenfall anzuliefern und herzustellen incl. Rohr .... à	125	—	125	—
151	1	Kochherd in der Küche 8 · 4 · 3 Kacheln grofs mit Kochplatte, Bratofen, 3 Ringlöchern, Heizthüre und Aschenfall, sowie 3 Kacheln hohe Wandbekleidung über demselben anzuliefern (weifse Kacheln) und herzustellen	110	—	110	—
		Töpferarbeit .... Summa	......	....	235	—

* Die Mafse sind die der lichten Maueröffnungen mit Abzug der Rahmenbreiten.
** Die in Abzug gebrachte Fläche ist die der mittleren Rahmhölzer der aufgehenden Flügel.

Pos.	Anzahl.	Gegenstand.	Betrag im Einzelnen ℳ	Betrag im Einzelnen ₰	Betrag im Ganzen ℳ	Betrag im Ganzen ₰
		Tit. XV. Eisenguſs- und Eisenwalzarbeiten.				
152	14	Stück Kaminschieber anzuliefern . . . . . . à	1	20	16	80
153	96	kg alte Eisenbahnschienen 2 Stück à 1,50 m lang zum Überdecken des Austrittes der Kellertreppe anzuliefern . . . . . . pro Kilogramm	—	10	9	60
154	3	Stück Schmölckesche Ventilationsöfen mittlerer Gröſse für das Wohnzimmer, das Zimmer des Herrn und das Schlafzimmer im Obergeschoſs anzuliefern incl. Transport . . . . . . à	130	—	390	—
155	2	Stück dergl. kleinere Sorte für das untere Schlafzimmer und das Magdzimmer . . . . . . à	80	—	160	—
		Eisenguſs- und Eisenwalzarbeiten . . . . . . Summa	. . . . . .	. . . .	576	40
		Tit. XVI. Insgemein.				
156	26,35	qm Isolierschicht (vgl. Massenberechnung der Maurerarbeiten III) aus Asphalt 1½ cm stark auf der vorletzten Quaderschicht des äuſseren Sockelmauerwerks anzubringen . . . . . . pro Quadratmeter	2	—	52	70
157	55	qm, die Umgebung des Hauses auf 1 m Breite mit gewöhnlichen Pflastersteinen zu pflastern :| (15,17 m + 2 · 6,43 m + 2 · 1,035 m + 2 · 5,88 m + 13,10 m) · 1,0 m |: . . . . . . pro Quadratmeter	2	50	137	50
158	—	Für Anlage eines Brunnens mit eiserner Pumpe zur speziellen Berechnung	400	—	400	—
159	1	massive Müllgrube auf dem Hofe herzustellen incl. sämtlicher Materialien	180	—	180	—
160	—	Für Aufräumen und Säubern des Bauplatzes nach der Fertigstellung des Gebäudes, Abfuhr der etwa übrig gebliebenen Erd- und Schuttmassen, für die üblichen Gratifikationen bei der Richtefeier, ferner für Ventilationseinrichtungen und unvorhergesehene Ausgaben, mit Rücksicht auf die Abrundung der Gesamtsumme*	348	98	348	98
		Insgemein . . . . . . Summa	. . . . . .	. . .	1119	18

161	—	**Tit. XVII. Bureaukosten.** Für Skizze, Entwurf, Arbeitsrisse und Details, Kostenanschlag, Ausführung und Revision nach der Norm des Verbandes Deutscher Architekten- und Ingenieurvereine für Gebäude der II. Bauklasse 5,5 Prozent der Anschlagssumme von 20200 Mark = 1111 Mark . . . . . abgerundet	1100	—	1100	—
		Bauführungskosten . . . . . Summma	. . . . . .	. . . .	1100	—

* Wo es nötig ist, einen Wächter für die Nacht oder auch noch für den Tag anzustellen, werden die Kosten für denselben unter diesem Titel mit angesetzt.

Wiederholung.

Titel.	Gegenstand.	Betrag ℳ	Betrag ₰
I.	Erdarbeit	169	15
II.	Maurerarbeit	3415	60
III.	Maurermaterial incl. Transport	4928	61
IV.	Steinmetzarbeit	1517	37
V.	Zimmerarbeit	2252	—
VI.	Zimmermaterial incl. Transport	1168	20
VII.	Dachdeckerarbeit	1139	14
VIII.	Klempnerarbeit	246	47
IX.	Tischlerarbeit	1826	17
X.	Schlosser- und Schmiedearbeiten	563	80
XI.	Maler- und Anstreicherarbeiten	639	83
XII.	Tapeziererarbeit	257	10
XIII.	Glaserarbeit	145	98
XIV.	Töpferarbeit	235	—
XV.	Eisengufs- und Eisenwalzarbeiten	576	40
XVI.	Insgemein	1119	18
XVII.	Bureaukosten	1100	—
	Gesamtkosten . . . . . Summa	21300	—

Ort, Datum und Jahreszahl.

Unterschrift des Technikers, welcher Entwurf und Anschlag angefertigt hat, resp. für dieselben verantwortlich ist.

Die Vergabe der Bau-Arbeiten und Lieferungen.

Die für die Ausführung eines Baues erforderlichen Arbeiten und Materiallieferungen können in verschiedener Weise, entweder an einen einzigen oder an mehrere Unternehmer und Lieferanten vergeben werden; und zwar in folgenden:

1. Der Bauherr oder die betreffende Behörde überträgt die vollständige Herstellung des Baues an einen einzigen Unternehmer
   a. unter der Hand durch Vereinbarung der gesamten Bausumme,
   b. in öffentlicher Submission durch Auswahl unter den Submittenten, wobei häufig im Submissionsausschreiben die Wahl unter den drei Mindestfordernden vorbehalten wird,
   c. in beschränkter Submission, bei welcher der Bauherr einzelne, ihm bekannte Unternehmer zur Eingabe ihrer Preise auffordert und sich die Wahl vorbehält.
2. Der Bauherr überträgt die verschiedenen Bauarbeiten und Materiallieferungen an einzelne Handwerksmeister und Lieferanten
   a. unter der Hand nach mit den einzelnen Unternehmern vereinbarten Einheitspreisen oder auch Pauschalsummen für ihre gesamten Arbeiten und Lieferungen,
   b. in öffentlicher Submission, ebenfalls entweder nach Einheitspreisen oder Pauschalsummen,
   c. in beschränkter Submission, wie bei b.
3. Der Bauherr kauft die hauptsächlichsten Materialien als Maurer- und Zimmermaterialien und übergibt die Arbeiten dieser Art entweder unter der Hand oder im Wege der Submission an die betreffenden Baugewerksmeister in Accord oder läfst sie in Tagelohn ausführen.

   Die übrigen Arbeiten, welche sich nicht gut von der Materiallieferung trennen lassen, als Tischler-, Schlosser-, Malerarbeiten u. s. w. können dann in einer der oben angegebenen Weisen vergeben werden.

Die für den Bauherrn sowohl, als auch für die Unternehmer empfehlenswerteste Art ist ohne Zweifel die Vergabe der Arbeiten nach Einheitspreisen, da hierdurch erreicht wird, dafs alle wirklich ausgeführten Arbeiten aber auch nur solche bezahlt werden, in denen Ungenauigkeiten und Rechenfehler des Kostenanschlags bei der Abnahme der Arbeiten und Aufstellung des Revisionsanschlages berichtigt worden. Auch bei etwaigen, während der Ausführung beschlossenen Mehr- oder Minderarbeiten ist hier durch die Einheitspreise der Betrag der Mehr- oder Minderkosten stets leicht festzustellen, während bei der Bauübernahme für cine Pauschalsumme bei solchen Gelegenheiten leicht Differenzen zwischen Bauherrn und Unternehmer entstehen.

Es ist jedoch nie zu unterlassen, in den Baukontrakten zu bemerken, dafs etwaige Mehr- oder Minderarbeiten nach den Einheitspreisen zu berechnen sind.

In den Baukontrakten, in welchen entweder der ganze Bau oder ein Teil der Bauarbeiten einem Unternehmer für eine Pauschalsumme übertragen wird, ist stets zu bemerken, dafs alle Arbeiten, welche zur völligen Fertigstellung des Baues nach Zeichnung und Kostenanschlag oder der Kategorie von Arbeiten (z. B. Tischlerarbeiten) gehören, welche der Betreffende übernommen hat, für diese Pauschalsumme herzustellen sind. Sehr zweckmäfsig ist es auch in diesem Falle, wenn der Unternehmer für alle von ihm übernommenen Arbeiten, wie sie im Kostenanschlage aufgeführt sind, seine Einheitspreise für etwaige Mehr- oder Minderarbeiten angibt und sich auf diese verpflichtet, um allen späteren Differenzen vorzubeugen.

Alle Baukontrakte sind möglichst kurz, klar und bestimmt abzufassen. Für gröfsere Bauten empfiehlt es sich, um die vielen Wiederholungen zu vermeiden, allgemeine Bedingungen aufzustellen, welche für alle Übernahmen von Arbeiten an denselben gültig sind und von allen unterschrieben werden müssen. Die Einzelkontrakte können sich dann auf diese beziehen.

Wir geben ein Beispiel in Folgendem.

Allgemeine Bedingungen

für die Übernahme von Arbeiten und Lieferungen zu dem Neubau eines Schulgebäudes für die Stadt X.

§ 1.

Alle zu diesem Bau gelieferten Materialien müssen von guter, den speziellen Bezeichnungen des Kostenanschlags entsprechender Beschaffenheit sein; Materialien von mangelhafter Güte müssen auf Verlangen des bauführenden Technikers binnen drei Tagen vom Bauplatze entfernt und durch solche ersetzt werden, die den Anforderungen desselben entsprechen. Ebenfalls müssen mangelhaft gearbeitete und ausgeführte Bauteile auf Verlangen des bauführenden Technikers sofort entfernt und binnen kürzester Frist durch gut und zweckentsprechend gearbeitete ersetzt werden. Irgend welche Vergütung wird den betreffenden Unternehmern und Lieferanten für derartige Zurücknahme und Erneuerungen nicht geleistet.

§ 2.

Alle Lieferungen und Arbeiten der einzelnen Unternehmer* müssen so gefördert werden, dafs die Lieferungen und Arbeiten der anderen Unternehmer und überhaupt das stetige Fortschreiten der Bauarbeiten nicht unterbrochen und gehindert werden, anderenfalls ist der bauführende Techniker berechtigt, die drei Tage nach von ihm erfolgter Aufforderung nicht gelieferten Arbeiten und Materialien später zurückzuweisen und auf Kosten der betreffenden Unternehmer anderweitig zu beschaffen.

§ 3.

Das Gebäude mufs am 1. Oktober 1883 unter Dach, am 1. Juli 1884 vollständig fertig sein, wonach die Arbeiten und Lieferungen einzurichten sind.

---

* Statt des gebräuchlichen „Unternehmer“ wäre wohl richtiger „Übernehmer“ zu setzen.

§ 4.

Sämtliche Unternehmer von Arbeiten und Lieferungen haben allen, diesen Bau betreffenden Anordnungen des bauführenden Technikers unweigerlich Folge zu leisten, auch sich so oft auf der Baustelle einzufinden, als derselbe es verlangt. Etwaige Differenzen zwischen dem bauleitenden Techniker und Unternehmer entscheidet endgültig der Magistrat.

§ 5.

Der bauführende Techniker ist berechtigt, solche Arbeiter, welche sich durch Streitsucht, Trunkenheit oder Aufwiegeleien bemerkbar machen oder unfähig zur Leistung guter Arbeit sind, vom Bau zu verweisen.

§ 6.

Jeder Unternehmer hat die zur vollständigen Fertigstellung des Baues nötigen Arbeiten und Materialien der von ihm übernommenen Bauteile auch dann zu liefern, wenn sie betreffs ihrer Anzahl oder Masse mit den Sätzen des Kostenanschlags nicht übereinstimmen. Etwaige Mehrarbeiten und Lieferungen werden nach den dem Accorde zu Grunde gelegten Einheitspreisen des Unternehmers demselben vergütet, Minderarbeiten und Lieferungen in Abzug gebracht.

Dasselbe gilt, wenn Mehr- oder Minderarbeiten und -Lieferungen, durch nachträgliche Abänderungen des ursprünglichen Bauplanes entstehen; jedoch sollen in diesem Falle bereits ganz fertig gestellte Arbeiten, die nicht zur Verwendung kommen, dem Unternehmer nach Maſsgabe der Einheitspreise, teilweise fertig gestellte Arbeiten nach der Schätzung zweier vom Magistrate zu erwählender Sachverständigen vergütet werden.

§ 7.

Alle zu den einzelnen Bauarbeiten erforderlichen Rüstungen liefert der Unternehmer der betreffenden Arbeit ohne besondere Vergütung; derselbe haftet für die Festigkeit und Zweckmäſsigkeit der Rüstungen und trägt allein die Verantwortung für allen durch Mangelhaftigkeit derselben etwa erwachsenen Schaden.

§ 8.

Jeder Unternehmer hat spätestens 2 Wochen nach Vollendung der von ihm übernommenen Arbeiten und Lieferungen seine nach den Accordpreisen aufgestellte Rechnung über dieselben dem bau-

führenden Techniker zur Prüfung und etwaigen Berichtigung einzureichen. Nur solche Rechnungen, deren Richtigkeit vom bauführenden Techniker beglaubigt sind, werden vom Magistrate zur Auszahlung auf die städtische Baukasse angewiesen.

§ 9.

Auf Antrag der betreffenden Unternehmer können Abschlagszahlungen bis zur Höhe von zwei Dritteln des Wertes der gelieferten Arbeiten und Materialien geleistet werden. Die Feststellung der Abschlagssumme erfolgt durch den bauführenden Techniker.

Die unterzeichneten Unternehmer von Lieferungen und Arbeiten zu diesem Neubau erklären sich mit obigen allgemeinen Bedingungen einverstanden, solches durch eigenhändige Namensunterschrift bekundend.

Ort, Datum und Jahreszahl. Unterschrift des Bauherrn (Magistrat).

Unterschrift der Unternehmer.

Im Nachfolgenden geben wir ein Muster eines Verdingvertrags mit Bezug auf obige allgemeine Bedingungen:

Zwischen dem Magistrat der Stadt X, einerseits und dem Maurer- und Steinmetzmeister N. N. wohnhaft in X. andererseits, ist heute nachstehender Vertrag geschlossen worden.

§ 1.

Der Maurer- und Steinmetzmeister N. N. übernimmt die zum Neubau des städtischen Schulgebäudes erforderlichen, sämtlichen Maurer- und Steinmetzarbeiten inclusive Lieferung des Maurer- und Steinmetzmaterials mit Ausnahme der Ziegelsteine zu den auf dem angehefteten, von ihm unterschriebenen Preisverzeichnisse angegebenen Einzelpreisen.

§ 2.

Der Unternehmer verpflichtet sich, nur gutes und fehlerfreies Material zu liefern, auch alle ihm übertragenen Arbeiten nach den vom bauführenden Techniker* gegebenen Anweisungen und Zeich-

* Statt Techniker ist der ev. Titel als Baumeister, Bauführer, Architekt u. s. w. zu setzen.

nungen gut und tadellos ausführen zu lassen, erkennt überhaupt die von ihm unterschriebenen „Allgemeinen Bedingungen“ für sich als bindend an.

§ 3.

Über die Annehmbarkeit der gelieferten Arbeiten und Materialien entscheidet zunächst der bauführende Techniker. Sollte jedoch der Unternehmer dessen Urteil nicht als richtig anerkennen wollen, so wird die endgültige Entscheidung einem vom Magistrate zu ernennenden Sachverständigen übertragen werden, welcher sich der Unternehmer ohne Widerspruch zu fügen hat.

§ 4.

Der Unternehmer ist verpflichtet, 8 Tage nach erfolgter Aufforderung durch den bauführenden Techniker mit der Ausführung der von ihm übernommenen Arbeiten zu beginnen und dieselben so zu fördern, dafs die Sockelhöhe am 1. Mai erreicht wird, die erste Balkenlage am 1. Juli und die zweite oder Dachbalkenlage am 1. September verlegt werden kann. Sollte der Unternehmer in der Erfüllung der von ihm übernommenen Verpflichtungen sich säumig zeigen, so ist der Magistrat berechtigt, den Vertrag mit dem Unternehmer aufzuheben und die noch rückständigen Arbeiten und Lieferungen anderweit auf Kosten des Unternehmers zu beschaffen.

§ 5.

Der Unternehmer ist verpflichtet, alle Mängel und Schäden, welche sich im Laufe eines Jahres nach der Ablieferung infolge schlechten Materials oder mangelhafter Arbeit an den von ihm hergestellten Bauteilen herausstellen sollten, auf seine Kosten beseitigen zu lassen. Zur Sicherstellung des Magistrates werden von der dem Unternehmer zukommenden Gesamtsumme 5 Prozent bis nach Ablauf dieses Jahres einbehalten.

§ 6.

Sollte der Unternehmer vor vollständiger Ausführung der im § 1 übernommenen Arbeiten und Lieferungen sterben, so ist der Magistrat berechtigt, entweder die noch rückständigen Arbeiten und Lieferungen durch die Erben des Unternehmers vollenden zu lassen oder diesen Vertrag einseitig aufzuheben. Im letzteren Falle sollen die aus den bis dahin geleisteten Arbeiten und Lieferungen des Unternehmers erwachsenen Forderungen desselben durch den bau-

führenden Techniker endgültig festgestellt werden und an die Hinterlassenschaft zur Auszahlung gelangen.

§ 7.

Die aus diesem Vertragsabschlusse sich ergebenden gesetzlichen Stempelkosten hat der Unternehmer allein zu tragen. Der den Stempelkosten zu Grunde zu legende Materialienwert beziffert sich nach dem auf angeheftetem Preisverzeichnisse gemachten Auszuge auf .... M. geschrieben .... Mark.

Dieser Vertrag ist in zwei gleichlautenden Exemplaren — für jeden der Kontrahenten eines — ausgefertigt worden und von beiden Teilen zum Zeichen der Genehmigung eigenhändig unterschrieben.

Ort, Datum und Jahreszahl.
Unterschrift des Bauherrn (Magistrat).

Unterschrift
des Unternehmers.

Nachstehend folgt das Beispiel eines Vertrages, in welchem die gesamte Bauausführung an einen einzigen Unternehmer vergeben wird:

Zwischen dem Kaufmann F. W. Schulze, wohnhaft in Wiedenburg, einerseits und dem Maurer- und Zimmermeister Otto Müller ebendaselbst andererseits ist heute folgender Kontrakt vereinbart und abgeschlossen worden.

§ 1.

Der Maurer- und Zimmermeister Otto Müller übernimmt die Herstellung des auf dem unter Nr. 118 an der Gartenstrafse belegenen, dem Kaufmann F. W. Schulze gehörenden Grundstücke zu erbauenden Wohngebäudes nebst Stallung unter nachstehenden Bedingungen.

§ 2.

Die Gebäude sind genau nach den dem Bauunternehmer Otto Müller übergebenen, vom Architekten H. Meyer angefertigten Entwurfs- und Detailzeichnungen, nach den eingeschriebenen Mafsen, sowie nach den im ebenfalls von dem p. H. Meyer aufgestellten Erläuterungsbericht und Kostenanschlage enthaltenen Bestimmungen und Angaben über die Art und Beschaffenheit der Materialien und die Konstruktion und Ausführungsweise der einzelnen Bauteile, welche

Schriftstücke zum Zeichen der Anerkennung auch vom Unternehmer zu unterzeichnen sind, herzustellen.

§ 3.

Sämtliche zur Herstellung dieser Gebäude erforderlichen Materialien, Arbeiten und Fuhren hat der Unternehmer zu liefern, auch alle nötigen Gerüste und Geräte zu beschaffen.

§ 4.

Sämtliche Materialien müssen von guter und tadelloser Beschaffenheit sein, alle Arbeiten sorgfältig und gut ausgeführt werden. Der Bauherr behält sich das Recht vor, die Bauarbeiten und Materialien zu beliebigen Zeiten durch den Architekten H. Meyer inspizieren zu lassen, und ist der Unternehmer verpflichtet, etwaige vom Architekten H. Meyer gerügte Mängel sofort beseitigen zu lassen und fehlerhaftes Material durch gutes zu ersetzen, ohne dafs ihm dadurch ein Anspruch auf Schadenersatz erwächst.

§ 5.

Der Unternehmer haftet dem Bauherrn gegenüber bis zur Ablieferung der Gebäude für alle beim Bau etwa vorkommenden Übertretungen der Polizeigesetze und die daraus erwachsenen Strafen und Kosten, vorbehaltlich seines Regresses gegen die Schuldigen.

§ 6.

Die beim Ausgraben der Fundamente und Kellerräume gewonnene gute Gartenerde hat der Unternehmer auf dem hinter dem Bauplatze befindlichen Gartengrundstück verteilen, die sonstigen etwa übrig bleibenden Bodenmassen und den nicht zur Verwendung gelangenden Bauschutt abfahren zu lassen.

§ 7.

Die Auswahl der Tapeten und Borden, sowie auch die Entscheidung über die Art der Deckenverzierungen und sonstiger Dekorationen bleibt dem Bauherrn vorbehalten. Überschreitet jedoch der dadurch bedingte Kostenaufwand die im Kostenanschlage hierfür ausgeworfene Gesamtsumme, so hat der Bauherr die Mehrkosten dem Unternehmer bei Ablieferung der Gebäude besonders zu bezahlen.

§ 8.

Die Gefahr bis zur Abnahme der Bauten trägt der Unternehmer.

§ 9.

Der Unternehmer kann die Bauten am 1. März 1883 beginnen und hat dieselben bis zum 1. Juni 1884 nebst allen von ihm übernommenen Zubehörungen und Nebenarbeiten fertig zu stellen und am letztgenannten Tage dem Bauherrn zu übergeben.

Im Fall dieser Termin nicht innegehalten wird, unterwirft sich der Unternehmer für jeden Tag der verspäteten Fertigstellung einer Konventionalstrafe von 20 Mark, schreibe zwanzig Mark, welche der Bauherr vom Guthaben desselben in Abzug bringt. Ist die Verspätung durch einen unabwendbaren Zufall, Naturereignis oder Strike der Bauarbeiter entstanden, so soll die Übergabefrist angemessen verlängert werden. Einigen sich die Kontrahenten nicht ohne weiteres, so soll mit Ausschlufs des Rechtsweges der Streit durch Schiedsrichter geschlichtet werden, von denen jeder Teil einen wählt und welche selbst einen dritten Sachverständigen als Obmann wählen, falls sie sich nicht einigen können.

§ 10.

Die vom Bauherrn für die Fertigstellung der Gebäude nebst Zubehör und allen vom Unternehmer übernommenen Arbeiten an letzteren zu zahlende Gesamtsumme beträgt vorbehaltlich der Bestimmungen in § 7 und § 9, 42000 — schreibe Zweiundvierzigtausend Mark und soll dieselbe in folgenden Raten zur Auszahlung gelangen:

a. Nach Fertigstellung der Keller- und Sockelmauern bis zur Sockeloberkante erhält der Unternehmer eine Abschlagszahlung von 6000 — schreibe sechstausend Mark;

b. fernere 6000 — schreibe sechstausend Mark werden gezahlt, wenn die erste Balkenlage verlegt ist;

c. nachdem das Hauptgebäude unter Dach gebracht ist, erhält der Unternehmer eine weitere Abschlagszahlung von 10000 — schreibe zehntausend Mark;

d. am Tage der Übergabe der Bauten gelangt die Summe von 16000 — schreibe sechzehntausend Mark zur Auszahlung;

e. der Rest von 4000 — schreibe viertausend Mark soll unter Bezugnahme auf den § 11 ein Jahr nach Ablieferung der Bauten nebst 5 Prozent Zinsen entrichtet werden.

§ 11.

Bei der Ablieferung der Gebäude werden dieselben vom Architekten H. Meyer einer Revision unterworfen. Ergeben sich hierbei Mängel in der Ausführung oder den Materialien, so hat der Unternehmer dieselben nach Anweisung des Architekten H. Meyer auf seine Kosten zu beseitigen, auch hat derselbe erst nach ordnungsmäfsiger Wiederherstellung der Bauten Anspruch auf die in § 10 d erwähnte Zahlung.

Ein Jahr nach der Ablieferung der Gebäude oder an einem beliebigen früheren Termine kann der Bauherr durch denselben Sachverständigen eine abermalige Revision der Gebäude vornehmen lassen. Zeigen sich hierbei keine vom Unternehmer verschuldeten oder von ihm nach den Bestimmungen dieses Kontraktes zu vertretende Fehler, so erhält derselbe den Rest der kontraktlichen Gesamtsumme nebst Zinsen (vgl. § 10 e) ausgezahlt. Zeigen sich jedoch aus mangelhafter Arbeit oder schlechtem Material herrührende Fehler und Mängel, so ist denselben entweder auf Kosten des Unternehmers und vor Zahlung der § 10 e gedachten Restsumme abzuhelfen oder der Sachverständige schätzt den durch die beregten Fehler hervorgerufenen Minderwert der Gebäude ab und der Bauherr ist berechtigt, diesen Minderwert von der Restsumme in Abzug zu bringen.

Die Kosten der erwähnten Revisionen trägt der Bauherr.

§ 12.

Sollte der Architekt H. Meyer nicht willens oder im Stande sein, die ihm nach den §§ 2, 4 und 11 zu übertragenden Inspektionen und Revisionen zu übernehmen, so steht dem Bauherrn das Recht der Wahl eines Vertreters zu. Letzterer mufs jedoch für das Bauwesen dieselbe Qualifikation besitzen, wie der Architekt H. Meyer.

§ 13.

Sollte der Unternehmer vor vollständiger Erfüllung seiner in diesem Kontrakte übernommenen Verpflichtungen sterben, so steht dem Bauherrn das Recht zu, entweder die noch rückständigen Arbeiten und Lieferungen durch die Erben des Unternehmers zu Ende führen zu lassen oder den gegenwärtigen Vertrag einseitig aufzuheben und abzurechnen. Im letzteren Falle sollen die Forderungen des Unternehmers für die bis dahin ausgeführten Leistungen durch den Architekten H. Meyer oder dessen Vertreter endgültig festgestellt werden. Die Kosten dieses Verfahrens trägt der Bauherr.

§ 14.

Beide Kontrahenten entsagen allen, diesem Kontrakte entgegenstehenden Einreden und Ausflüchten, namentlich der Einrede der Arglist und des Betruges.

Vorstehender Kontrakt ist in zwei gleichlautenden Exemplaren — für jeden Kontrahenten eines — ausgefertigt und von beiden Kontrahenten zum Zeichen der Genehmigung eigenhändig unterschrieben.

Wiedenburg, den 15. Febr. 1883.

gez. **F. W. Schulze.** gez. **Otto Müller.**

Druck von F. A. Brockhaus in Leipzig.

Inhalt: Die wichtigsten Elemente und Verbindungen, welche beim Brennen der Leuchtstoffe in Betracht kommen. Leuchtstoffe im Allgemeinen. Werth der Leuchtstoffe. Eigenschaften der Leuchtstoffe. Geschichtliches, Kerzen-Leuchtstoffe, welche in Lampen verbrennen. Leuchtgas. Kalklicht. Magnesiumlicht. Elektrisches Licht. Verunreinigung der Luft der Wohnräume durch die Beleuchtung. Schädliche Wirkung der durch die Beleuchtung verunreinigten Luft in Wohnräumen auf die Gesundheit der Bewohner. Verwendung der Leuchtstoffflammen zur Ventilation der Wohnräume. Verwendung der Leuchtstoffe zu Heizzwecken.

Physikalische und chemische Aufgaben und Auflösungen mit besonderer Rücksicht auf Baumaterialien, Heiz- und Leuchtmaterialien, Heizung, Beleuchtung und Ventilation der Wohnräume. Zum Gebrauche in Real- und Gewerbeschulen von **G. K. Strott.** Preis M. 1.

Inhalt: Vorwort. Aufgaben und Auflösungen mit Rücksicht auf die wichtigsten Baumaterialien. Absolutes und specifisches Gewicht. Porenraum. Festigkeit. Ausdehnung durch Wärme. Specifische Wärme. Wärmeleitungsfähigkeit. Chemische Eigenschaften. Aufgaben und Auflösungen mit Rücksicht auf Heizmaterialien. Absolutes und specifisches Gewicht der bei der Heizung in Betracht kommenden Körper. Ausdehnung der luftförmigen Körper durch Wärme. Specifische Wärme der Körper. Temperatur, welche beim Verbrennen der Brennstoffe entsteht. Vermischte Aufgaben. Heizwerth der Brennstoffe. Wärmemengen, welche die Holzkohlen beim Verbrennen entwickeln. Luftmengen, welche die Holzkohlen beim Verbrennen gebrauchen. Temperatur, welche beim Verbrennen der Holzkohle entsteht. Heizwerth der Koks, Torfkohle, Steinkohle, Braunkohle, des Holzes, Torfes, Anthracits, Petroleums, Leuchtgases, Generatorgases. Vermischte Aufgaben. Aufgaben und Auflösungen mit Rücksicht auf Leuchtmaterialien. Aufgaben und Auflösungen mit Rücksicht auf Ventilation der Wohnräume.

---

240 Band-Massstäbe im Verhältniss von 1 : 1 bis 1 : 1000 zum Gebrauche beim Bau-, Plan- und Maschinenzeichnen. M. 1.

Der Gebrauch des Bandmassstabes bei Herstellung von Werk- und Planzeichnungen aller Art vereinigt Bequemlichkeit mit Zeitersparniss. Es kommt dadurch das lästige und zeitraubende Abgreifen mit dem Zirkel in Wegfall und bleibt das Zeichenblatt unbeschädigt. Für den Gebrauch schneidet man sich einen der Massstäbe ab und bestimmt damit alle Masse in der Zeichnung. Der Massstab kann lange benutzt werden, wenn man die sich abnutzenden Vorderkanten zuweilen nachschneidet. Nach Fertigstellung der Zeichnung schneidet man einen Massstab aus und klebt ihn sauber am Fuss der Zeichnung auf.

Practische Anleitung zum sichern Erlernen des **Schnellschönschreibens der deutschen Current-, englischen Cursiv- und französischen Rondeschrift** in 24 Lectionen nebst 4 Planschriften für Seminarien, Handwerker- und Fortbildungsschulen, sowie zum Selbstunterricht von **C. Reich,** z. Z. Lehrer an der Herzogl. Baugewerkschule zu Holzminden. 11 Bogen 4° Text mit 28 lithogr. Vorschrifttafeln und 10 Liniaturtafeln. Preis M. 4,50.

Inhalt: I. Vorträge allgemeinen und theoretischen Inhalts. II. Unterrichtliche Vorträge. I. Curs. Die deutsche Currentschrift. (10 Lectionen.) II. Curs. Die engl. Cursivschrift. (6 Lectionen.) III. Curs. Die französische Rondeschrift. (8 Lectionen.) Zierschriften. Die römische Antiqua. Die gothische Schrift. Planschriften.



